KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013

SEMESTER 1

TEKNIK DASAR INSTRUMENTASI



KELAS
X

PENULIS

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi pengetahuan, keterampilan dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut.

Buku ini disusun untuk dipergunakan dalam proses pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Dasar Instrumentasi yang merupakan Mata Pelajaran Dasar Program Keahlian untuk Program Keahlian Instrumentasi Industri dalam Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa Sekolah Menengah Kejruan. Dalam penyusunannya Buku ini terdiri dari dua jilid, dimana jilid 1 dipergunakan untuk pembelajaran siswa di kelas X semester satu dan jilid 2 dipergunakan untuk pembelajaran siswa di kelas X semester dua.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik untuk menemukan konsep yang sedang dipelajar melalui deduksi. Karenanya siswa diusahakan ditumbuhkan kreatifitasnya melalui bimbingan oleh guru. Materi Teknik Dasar Instrumentasi disusun secara terpadu dan utuh, sehingga setiap pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat siswa kompeten sehingga menjadi landasan yang kuat untuk melanjutkan proses pembelajaran pada mata pelajaran paket keahlian. Pada akhirnya diharapkan siswa menyadari bahwa berbagai upaya dan teknologi yang dicipta manusia memiliki limit keterbatasan, sedangkan Tuhan Yang Maha Esa adalah maha sempurna. Siswa sebagai makhluk dapat mensyukuri terhadap potensi yang diberikan Tuhan kepadanya dan anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang dipergunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan dengan kompetensi keahian yang ditekuni siswa serta kondisi lingkungan sekolah.

Sebagai edisi pertama, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

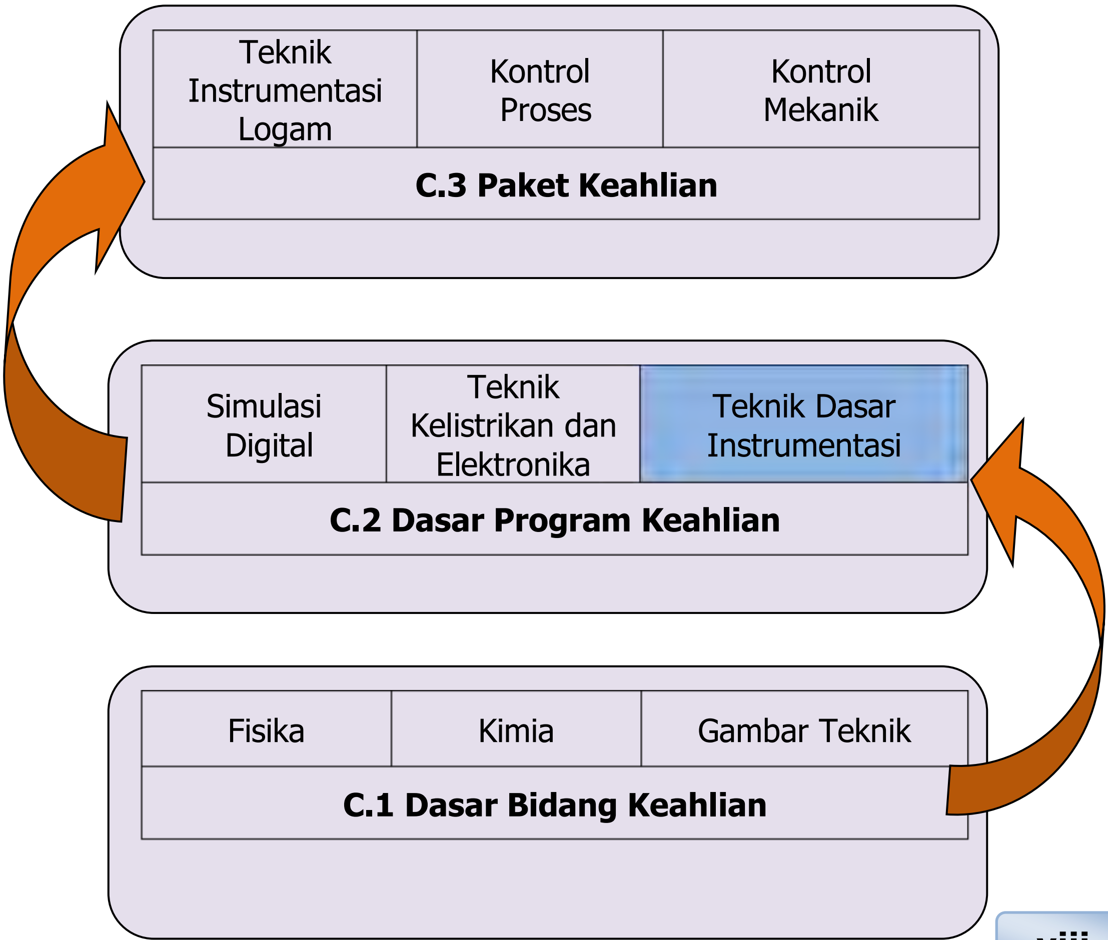
................, November 201

DAFTAR ISI

Peta Kedudukan Bahan Ajar

Peta kedudukan bahan ajar ini merupakan diagram, yang menunjukan tahapan atau tata urutan pencapaian kompetensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada siswa, dalam kurun waktu yang dibutuhkan.

Dengan membaca peta kedudukan bahan ajar ini, dapat dilihat urutan logis pembelajaran Bidang Keahlian Teknologi Dan Rekayasa Program Keahlian Teknik Instrumentasi Industri. Guru dan siswa dapat menggunakan Buku Teks Bahan Ajar Siswa ini, sesuai dengan urutan pada diagram ini.



Glosarium

Alat ukur (*Instrumen*); Merupakan alat yang dibuat untuk digunakan dalam suatu proses pengukuran.

Alat Ukur Bantu; Alat ukur yang berfungsi untuk membantu dalam proses pengukuran.

Alat Ukur Kaliber Batas; Alat ukur yang berfungsi untuk menunjukkan apakah dimensi suatu produk berada di dalam atau diluar dari daerah toleransi produk tersebut.

Alat Ukur Khas; Alat ukur yang dibuat khusus untuk mengukur geometri yang khas, misalnya kekasaran permukaan, kebulatan, profil gigi pada roda gigi.

Alat Ukur Koordinat; Alat ukur ysang memiliki sensor yang dapat digerakkan dalam ruang, digunakan untuk menentukan.

Alat Ukur Langsung; Alat ukur yang dilengkapi dengan skala ukur yang lengkap, sehingga hasil pengukuran dapat langsung diperoleh.

Alat Ukur Pembanding; Alat ukur yang berfungsi untuk mengukur beda ukuran suatu produk dengan ukuran dasar produk yang telah diperkirakan terlebih dahulu dengan blok ukur.

Alat Ukur Standar; Alat ukur yang hanya dilengkapi dengan satu skala nominal, tidak dapat memberikan hasil pengukuran secara langsung, dan digunakan untuk alat kalibrasi dari alat ukur lainnya.

Baja; Sebuah paduan dari besi karbon dan unsur-unsur lain, dimana kadar karbonnya jarang melebihi 2%.

Besaran; Standar yang digunakan dalam pengukuran.

Besaran Pokok; Besaran yang sesuai dengan standar internasional, berdiri sendiri, dan dapat dijadikan acuan.

Besaran Turunan; Besaran yang diperoleh dari beberapa variabel dalam bentuk persamaan.

Besi tuang; Paduan dari besi, karbon dan hampir selalu silicium serta unsur-unsur lain, karbonnya biasanya terletak antara 2,5 dan 4%.

Composting; Penanganan limbah organik menjadi kompos yang bisa dimanfaatkan sebagai pupuk melalui proses fermentasi.

Ergonomi; Merupakan upaya menyerasikan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan tercapainya produktivitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan manusia seoptimal mungkin.

*Gas Bio; P*engubahan sampah organik yang berasal dari tinja manusia maupun kotoran hewan menjadi gas yang dapat berfungsi sebagai bahan bakar alternatif.

Histerisis; Penyimpangan yang timbul sewaktu dilakukan pengukuran secara kontinyu dari dua arah yang berlawanan, yaitu mulai dari skala nol hingga skala maksimum kemudian diulangi dari skala maksimum sampai skala nol.

Hog Feeding; Pengolahan sampah organik menjadi makanan ternak.

Insenerator; Alat yang digunakan untuk membakar sampah secara terkendali pada suhu tinggi.

Instrumentasi **(***Instrumentation***)**, Bidang ilmu dan teknologi yang mencakup perencanaan, pembuatan dan penggunaan instrument atau alat ukur besaran fisika atau sistem instrument untuk keperluan diteksi, penelitian, pengukuran, pengaturan serta pengolahan data.

Kecermatan (*Resolution*); Skala terkecil yang mampu dibaca oleh alat ukur.

Kalibrasi; Mencocokan harga – harga (bukan satu harga yang tercantum pada skala alat ukur dengan harga standar (harga yang sebenarnya)

Kemudahan baca; Kemampuan sistim penunjukan dari alat ukut untuk memberikan suatu angka yang jelas dan berarti.

Kepasifan;Kejadian dimana suatu perbedaan/perubahan kecil dari harga yang diukur (yang dirasakan sensor) tidak menimbulkan suatu suatu perubahan apapun pada jarum penunjuk .

Kepekaan; Kemampuan alat ukur untuk dapat merasakan perbedaan yang relatif kecil dari harga pengukuran

Kesalahan sistematis; Perbedaan antara harga yang diukur dengan harga yang dianggap benar, semakin kecil kesalahannya maka proses pengukuran dikatan teliti

Kesehatan kerja; gangguan kesehatan yang diakibatkan faktor pekerjaan dan lingkungan kerja.

Keselamatan Kerja ; Usaha mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan saat melakukan pekerjaan.

Kestabilan no; Kemampuan alat ukur untuk kembali ke posisi nol ketika sensor tidak lagi bekerja.

Ketelitian (*ccuracy*); Kemampuan alat ukur untuk memberikan nilai yang mendekati harga yang sebenarnya.

Ketepatan *(Precision/repeatability*); Kemampuan proses pengukuran untuk menunjukan hasil yang sama dari pengukuran yang dilakukan berulang-ulang dan identik.

Limbah; Bahan buangan akibat aktivitas manusia maupun makhluk hidup lainnya, yang berbentuk padat, lumpur, cair, maupun gas yang dibuang karena tidak dibutuhkan atau tidak diinginkan lagi

Logam; Unsur kimia yang mempunyai sifat kuat, keras (tahan goresan, potongan atau keausan), liat, kenyal, penghantar panas dan listrik yang baik, dapat ditempa/diubah bentuk dan umumnya bertitik cair tinggi.

Logam paduan; logam yang dicampur dengan logam lain atau bahkan dicampur dengan non logam dalam keadaan homogen dengan satu atau lebih unsur paduan untuk memperbaiki sifat-sifat yang diinginkan misalnya agar lebih kuat, lebih ringan, lebih tahan aus maupun tahan karat (korosi). Dengan memadukan dua logam atau lebih dapat diperoleh sifat-sifat yang lebih baik dari pada logam aslinya.

Logam berat; Logam yang memiliki berat jenis lebih besar dari 5 kg/dm^3.

Logam mulia; Logam yang tidak dicampur dengan logam lain atau unsur lain sudah dapat digunakan sebagai bahan teknik.

Logam Non Ferro; semua logam yang tidak mengandung unsur besi atau hanya sedikit mengandung unsur besi.

Logam ringan; Logam yang memiliki berat jenis kurang dari 5 kg/dm^3.

Mampu baca; Kemampuan sistem penunjukan dari alat ukur untuk memberikan harga pengukuran yang jelas dan berarti.

Metrologi (*Metrology*); Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang berkaitan dengan kegiatan pengukuran.

Metrologi Industri; Ilmu yang mempelajari pengukuran dimensi dan karakteristik geometrik suatu produk, menggunakan alat ukur sehingga didapatkan hasil yang mendekati hasil yang sebenarnya.

Pengukuran *(measurement)*; *Serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menentukan nilai suatu besaran dalam bentuk angka (kwantitatif).*

Pergeseran; Terjadinya perubahan posisi pada penunjuk harga ukur sementara sensor tidak memberikan merasakan sinyal atau perbedaan.

Penunjuk; Bagian alat ukur yang berfungsi menunjukkan harga pengukuran.

Pengambangan; Kondisi jarum penunjuk selalu berubah posisi (bergetar) atau angka terakhir/paling kanan dari penunjuk digital berubah-ubah.

Pengubah; Bagian alat ukur yang berfungsi mengubah sinyal yang dirasakan oleh sensor menjadi besaran ynag terukur.

Pengukuran geometris; Aspek pengukuran yang mencakup ketiga aspek dari ukuran, bentuk dan kekasaran permukaan

P3K; Pertolongan Pertama Pada Keclakaan, merupakan perawatan pertama yang diberikan kepada orang yang mendapat kecelakaan atau sakit yang tiba-tiba datang sebelum mendapatkan pertolongan dari tenaga medis dalam kondisi darurat.

Rantai kalibrasi; Kemampuan alat ukur untuk bisa dilakukan tingkatan pengkalibrasian.

Recycle; Usaha mengurangi pencemaran lingkungan dengan mendaur ulang sampah melalui penanganan dan teknologi khusus.

Reduce; Usaha mengurangi pencemaran lingkungan dengan meminimalkan produksi sampah.

Replace; Usaha mengurangi pencemaran dengan menggunakan barang-barang yang ramah lingkungan.

Reuse; Usaha mengurangi pencemaran lingkungan dengan cara menggunakan dan memanfaatkan kembali barang-barang yang seharusnya sudah dibuang.

Sanitary landfill; Metode penanganan limbah padat dengan cara membuangnya pada area tertentu.

Sensor; Bagian alat ukur yang menghubungkan alat ukur dengan objek ukur.

Sifat fisik; Kelakuan bahan karena mengalami peristiwa fisika, seperti pengaruh panas dan listrik. Jadi logam akan kembali ke sifat dasar semula jika pengaruh panas dan listrik ditiadakan.

Sifat kimia; Kemampuan suatu bahan untuk mengalami peristiwa kimia,

Sifat mekanis; Kemampuan suatu logam untuk menahan beban yang dikenakan padanya, karena itu perlu diketahui karakter material agar deformasi yg terjadi tidak berlebihan dan tidak terjadi kerusakan atau patah, sifat mekanis material tergantung pada komposisi kimia dan struktur mikro.

Sifat pengerjaan/sifat teknologis; Kelakuan bahan yang ditimbulkan dalam proses pengolahannya yang harus diketahui terlebih dulu sebelum pengolahan dilakukan.

Tempat Kerja; Setiap ruangan atau lapangan tertutup maupun terbuka, bergerak atau tetap, dimana tenaga kerja bekerja, atau yang

sering digunakan oleh tenaga kerja untuk keperluan suatu usaha.

BAB
1

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Teknik Dasar Instrumentasi ini digunakan sebagai buku sumber pada kegiatan belajar untuk pencapaian kompetensi siswa pada Mata Pelajaran Teknik Dasar Instrumentasi, Sebagai Dasar Program Keahlian pada Kelompok Kejuruan Program Keahlian Teknik Instrumentasi Indutri Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa.

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Teknik Dasar Instrumentasi terdiri atas 2 jilid buku. Buku Teknik Dasar Instrumentasi 1 digunakan untuk pembelajaran Kelas X semester 1. Pada buku jilid 1 ini dibahas materi belajar yang meliputi;

1. Menerapkan Prinsip Dasar Metrologi Industri Pada Pekerjaan Mekanik
2. Menerapkan Prosedur Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Pada Sistem Instrumentasi Industri,
3. Memilih Jenis Dan Karakteristik Bahan Logam,
4. Memilih Jenis Dan Karakteristik Bahan Non Logam,
5. Memilih Alat Ukur Mekanik Instrumentasi Industri Sesuai Fungsi Dan Prosedur
6. Memilih Perkakas Tangan Dan Mekanik Instrumentasi Industri Sesuai Fungsi.

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Teknik Dasar Instrumentasi disusun berdasarkan penguasaan konsep dan prinsip serta keterampilan teknis keahlian sehingga setelah mempelajari buku ini, siswa memiliki penguasaan pelaksanaan pekerjaan dasar instrumentasi industri.

B. Prasyarat

Kemampuan awal Siswa sebelum mempelajari Buku Teks Bahan Ajar Siswa "Teknik Dasar Instrumentasi" yaitu siswa telah memahami Gambar Teknik.

C. Petunjuk Penggunaan

1. Petunjuk penggunaan bagi Siswa :

a. Siswa diharapkan telah memahami mata pelajaran atau materi yang menjadi prasarat pemelajaran modul ini, yaitu Gambar Teknik.
b. Lakukan kegiatan pemelajaran secara berurutan dari Bab 1 ke Bab berikutnya.
c. Rencanakan kegiatan belajar bersama guru, dan isikan pada kolom yang disiapkan pada tabel rencana pembelajaran.
d. Pelajari dan pahami setiap uraian materi dengan seksama.
e. Lakukan kegiatan yang diberikan pada uraian materi pembelajaran. Kegiatan tersebut dirancang dalam bentuk; eksplorasi, diskusi, asosiasi, dan evaluasi hasil belajar pada setiap akhir bab.
f. Kegiatan praktik kejuruan dilaksanakan dalam bentuk latihan keterampilan. Kerjakan latihan tersebut dibawah pengawasan guru.

g. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan pada setiap pembelajaran untuk menyelesaikan tugas dan evaluasi hasil belajar
h. Lakukan setiap kegiatan dengan tekun, teliti dan hati-hati dengan menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja.
i. Jawablah soal evaluasi pada bagian review, penerapan dan tugas sesuai perintah yang diberikan.
j. Uji kompetensi kejuruan adalah tugas proyek untuk mengevaluasi capaian keterampilan siswa, kerjakan uji kompetensi sesuai petunjuk.
k. Siswa dinyatakan tuntas menyelesaikan materi pada bab terkait, jika siswa menyelesaikan kegiatan yang ditugaskan dan menyelesaikan kegiatan evaluasi dengan nilai minimal sama dengan KKM (Kriteria Kelulusan Minimal).

2. Peran Guru:

a. Merencanakan kegiatan pembelajaran siswa sesuai silabus.
b. Mengarahkan siswa dalam merencanakan proses belajar
c. Memfasilitasi siswa dalam memahami konsep dan praktik.
d. Memberikan motivasi, membimbing dan mengarahkan siswa dalam melakukan kegiatan yang diberikan pada uraian materi pembelajaran. Kegiatan tersebut dirancang dalam bentuk; eksplorasi, asosiasi dan evaluasi.
e. Menekankan, selalu mengecek dan memfasilitasi penggunaan K3 sesuai kegiatan yang dilaksanakan.
f. Mengembangkan materi pembelajaran yang disesuaikan dengan kondisi siswa dan lingkungan sekolah.
g. Memberikan contoh, memandu dan melakukan pengawasan pelaksanaan tugas siswa yang berkaitan dengan pembelajaran praktik di laboratorium atau bengkel kerja.
h. Membantu Siswa untuk menetukan dan mengakses sumber belajar lain yang diperlukan untuk kegiatan pembelajaran.

i. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja/industri untuk membantu jika diperlukan
j. Menyusun variasi kegiatan siswa, soal, latihan praktik dan uji kompetensi yang disesuaikan dengan kondisi siswa dan lingkungan sekolah.
k. Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya
l. Memeriksa seluruh hasil pekerjaan siswa baik berupa hasil pelaksanaan kegiatan maupun jawaban dari evaluasi belajar dan uji kompetensi.
m. Mencatat dan melaporkan pencapaian kemajuan Siswa kepada yang berwenang.

D. Tujuan Akhir

Hasil akhir dari seluruh kegiatan belajar dalam buku teks bahan ajar siswa ini adalah Siswa;

1. Memahami metrologi sebagai ilmu yang mempelajari pengukuran secara praktis, teoritis dan aplikasinya dalam kehidupan.
2. Memahami besaran dan sistem satuan yang digunakan dalam pengukuran di dunia Industri.
3. Mengidentifikasi karakteristik alat ukur yang digunakan di dunia industri
4. Mampu memilih dan menggunakan alat kesehatan dan keselamatan kerja sesuai jenis pekerjaan
5. Mampu menerapkan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja sesuai standar yang berlaku pada sistem instrumentasi industri

6. Mampu mengidentifikasikan bahan logam berdasarkan jenis dan karakteristik
7. Mampu memilih jenis dan karakteristik bahan logam sesuai perencanaan produk
8. Mampu mengidentifikasikan bahan non logam berdasarkan jenis dan karakteristik
9. Mampu memilih jenis dan karakteristik bahan non logam sesuai perencanaan produk
10. Mampu memilih alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur
11. Mampu menggunakan alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur
12. Mampu memilih perkakas tangan dan mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi
13. Mampu menggunakan perkakas tangan dan mekanik instrumentasi sesuai SOP

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

BIDANG KEAHLIAN : TEKNOLOGI DAN REKAYASA
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK INSTRUMENTASI INDUSTRI
MATA PELAJARAN : TEKNIK DASAR INSTRUMENTASI

KOMPETENSI INTI (KELAS X)	KOMPETENSI DASAR
KI-1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dalam melaksanakan pekerjaan di bidang teknik dasar instrumentasi
KI-2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotongroyong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1. Memiliki motivasi internal, kemampuan bekerjasama, konsisten, rasa percaya diri, dan sikap toleransi dalam perbedaan konsep berpikir, dan strategi menyelesaikan masalah dalam melaksanakan pekerjaan di bidang teknik dasar instrumentasi
	2.2. Mampu mentransformasi diri dalam berperilaku: teliti, kritis, disiplin, dan tangguh mengadapi masalah dalam melakukan tugas di bidang teknik dasar instrumentasi
	2.3. Menunjukkan sikap bertanggung jawab, rasa ingin tahu, santun, jujur, dan perilaku peduli lingkungan dalam melakukan tugas di bidang teknik dasar instrumentasi
KI-3 Memahami, menerapkan danmenganalisispengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidangkerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Memilih jenis dan karakteristik bahan logam
	3.2 Memilih jenis dan karakteristik bahan non logam
	3.3 Memilih perkakas tangan dan mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi
	3.4 Menerapkan prinsip dasar metrologi industri pada pekerjaan mekanik
	3.5 Memilih alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur
	3.6 Menerapkan pekerjaan dasar mekanik pada instrumentasi industri sesuai SOP
	3.7 Memilih macam-macam komponen

KOMPETENSI INTI (KELAS X)	KOMPETENSI DASAR
	kelistrikan pada sistem instrumentasi industri
	3.8 Mengidentifikasi sambungan kabel instalasi listrik
	3.9 Menganalisis instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL
	3.10 Memilih komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur
	3.11 Menganalisis instalasi pemipaan sesuai fungsi dan standar operasional prosedur
	3.12 Menerapkan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada sistem instrumentasi industri
KI-4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampumelaksanakantugasspesifik di bawahpengawasanlangsung.	4.1 Mengidentifikasikanbahan logam berdasarkan jenis dan karakteristik
	4.2 Mengidentifikasikan bahan non logam berdasarkan jenis dan karakteristik
	4.3 Menggunakan perkakas tangan dan mekanik instrumentasi sesuai SOP
	4.4 Mengoperasikanperalatanmetrologi industri pada pekerjaan mekanik
	4.5 Menggunakan alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur
	4.6 Membuat benda kerja mekanik instrumentasi industri sesuai SOP
	4.7 Menggunakan macam-macam komponen kelistrikan pada sistem instrumentasi industri
	4.8 Membuat sambungan kabel instalasi listrik
	4.9 Merakit instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL
	4.10 Menggunakan komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur
	4.11 Merakit instalasi pemipaan sesuai fungsi dan prosedur
	4.12 Melaksanakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sesuai standar yang berlaku pada sistem instrumentasi industri

F. Cek Kemampuan Awal

Berilah tanda silang (x) pada tabel dibawah ini, dengan pilihan "ya" atau "tidak" dengan sikap jujur dan dapat dipertanggungjawabkan untuk mengetahui kemampuan awal yang telah Kamu (Siswa) miliki.

No	**Kompetensi Dasar**	**Pernyataan**	**Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten**		**Jika "Ya" Kerjakan**
			Ya	**Tidak**	
1	Menerapkan prinsip dasar metrologi industri pada pekerjaan mekanik	Dapat mengidentifikasi lingkup kajian metrologi sebagai ilmu yang mempelajari pengukuran secara praktis, teoritis dan aplikasinya dalam kehidupan masyarakat			Evaluasi Belajar Bab 2
		Memahami besaran dan sistem satuan yang digunakan dalam pengukuran di dunia Industri.			
		Dapat mengidentifikasi karakteristik alat ukur yang digunakan di dunia industri			
2	Menerapkan prosedur Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada sistem instrumentasi industri	Mampu memilih dan menggunakan alat kesehatan dan keselamatan kerja sesuai jenis pekerjaan			Evaluasi Belajar Bab 3
		Mampu menerapkan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja sesuai standar yang berlaku pada sistem instrumentasi industri			
3	Memilih alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur	Mampu memilih alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur			Evaluasi Belajar Bab 4
		Mampu menggunakan alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur			

No	Kompetensi Dasar	Pernyataan	Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten		Jika "Ya" Kerjakan
			Ya	Tidak	
4	Memilih jenis dan karakteristik bahan logam	Mampu mengidentifikasikan bahan logam berdasarkan jenis dan karakteristik			Evaluasi Belajar Bab 5
		Mampu memilih jenis dan karakteristik bahan logam sesuai perencanaan produk			
5	Memilih jenis dan karakteristik bahan non logam	Mampu mengidentifikasikan bahan non logam berdasarkan jenis dan karakteristik			
		Mampu memilih jenis dan karakteristik bahan non logam sesuai perencanaan produk			
6	Memilih perkakas tangan dan mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi	Mampu memilih perkakas tangan dan mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi			Evaluasi Belajar Bab 6
		Mampu menggunakan perkakas tangan dan mekanik instrumentasi sesuai SOP			

BAB 2



KATA KUNCI:
Metrologi, Besaran, Satuan, Pengukuran, Instrumen, Geometrik, Kalibrasi

Menerapkan Prinsip Dasar Metrologi Industri

Deskripsi

Program Keahlian Teknik Instrumentasi Industri adalah salah-satu program keahlian di Sekolah Menengah Kejuruan yang mempelajari penggunaan berbagai instrumen di dunia industri. Program keahlian ini meliputi Keahlian Teknik Instrumentasi Logam, Kontrol Proses, dan Kontrol Mekanik.

Sebagai pengetahuan dan keterampilan yang mempelajari semua aspek pengukuran baik praktis, teoritis dan aplikasinya, tentu saja metrologi industri menjadi dasar pengetahuan yang sangat penting untuk dipelajari oleh para siswa program keahlian Teknik Instrumentasi Industri.

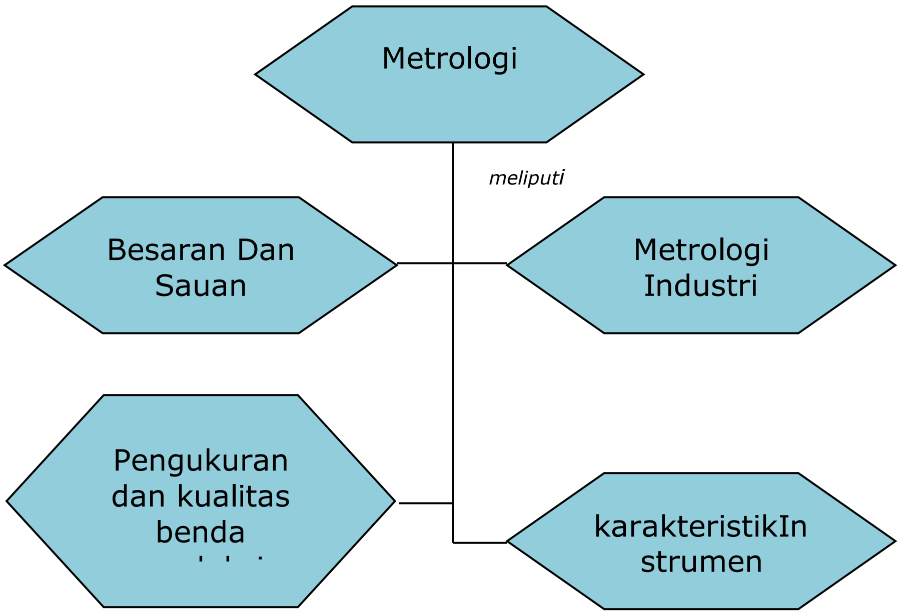
Pada Bab 1 ini, dipelajari konsep dan penerapan metrologi industri yang akan menjadi dasar pengetahuan dan keterampilan yang akan membantu kamu lebih mudah mempelajari mata pelajaran Program Keahlian Teknik Instrumentasi Industri lainnya.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Bab 2 ini, Kamu diharapkan dapat;

1. Mengidentifikasi lingkup kajian metrologi sebagai ilmu yang mempelajari pengukuran secara praktis, teoritis dan aplikasinya dalam kehidupan.
2. Memahami besaran dan sistem satuan yang digunakan dalam pengukuran di dunia Industri.
3. Mengidentifikasi karakteristik alat ukur yang digunakan di dunia industri

Peta Konsep



Rencana Belajar Siswa

Pada hari ini, ... tanggal ....tahun ....

Guru beserta siswa merencanakan pelaksanaan kegiatan belajar sebagaimana tabel di bawah ini

No	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Catatan Perubahan
1	Memahami metrologi				
2	Memahami besaran dan satuan				
3	Memahami metrologi industri				
4	Memahami pengukran dan kualitas benda kerja				
5	Memahami karakteristik alat ukur				
6	Menjawab soal review				
7	Menyelesaikan soal penerapan				
8	Menyelesaikan tugas proyek				

............................., ...

Guru	Orangtua/Wali Siswa	Siswa
....	....	....

Uraian Materi

A. Metrologi

Dalam kehidupan sehari-hari kamu pasti berinteraksi dengan benda hidup dan benda mati yang terkadang harus dikomunikasikan kepada orang lain. Jika informasi tentang obyek yang kita komunikasikan itu kurang lengkap maka orang yang menerima informasi sangat dimungkinkan untuk bertanya lebih jauh lagi.



Gambar 2.1 Mengkomunikasikan Objek Benda



Eksplorasi

Coba amati meja di kelas kamu yang saat ini digunakan untuk belajar, Komunikasikan meja tersebut kepada teman kamu untuk menggambarkan meja tersebut!

Pada saat kamu mengkomunikasikan perihal meja, orang yang menerima informasi akan bertanya lebih jauh lagi tentang seberapa panjang, lebar tinggi, bahkan beratnya meja tersebut jika objek (meja) yang dikomunikasikan tidak dilengkapi dengan keterangan pelengkap yang dinyatakan dalam bentuk ukuran dan satuan,sehingga obyek yang diinformasikan mempunyai arti lebih jelas. Misalnya meja tersebut memiliki panjang 180 cm, lebar 65 cm, tinggi 72 cm, dan beratnya 12,5 kg. Dengan demikian, peranan

keterangan pelengkap sebagai penambah obyek yang diinformasikan memang sangat penting.

Dalam kehidupan sehari-hari kamu akan selalu berhadapan dengan sesuatu yang sifatnya harus diukur. Dalam melaksanakan aktivitas keseharian hampir segala sesuatu berhubungan dengan ukuran, kamu bisa bedakan kawan dengan membedakan tinggi badan atau berat badan. Melaksanakan aktifitas ekonomi, seperti jual beli kamu nyatakan dalam berat, panjang atau volume barang.

Didunia industri, pengukuran merupakan hal yang sangat penting, untuk membuat produk sesuai dengan pesanan dan perencanaan digunakan ukuran yang presisi dan teliti agar produk diterima oleh pemesan. Demikian pula dalam perkembangan ilmu pengetahuan, ukuran adalah hal yang mutlak dilakukan untuk merekam hasil penelitian secara objektif.

Demikian tergambar pentingnya pengukuran dalam kehidupan sehari-hari.

Adakah bidang ilmu pengetahuan yang membahas tentang ukur-mengukur secara luas?

Metrologi adalah ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkaitan dengan kegiatan pengukuran, meliputi semua aspek pengukuran praktis dan teoritis, termasuk juga pengukuran dan bidang aplikasinya

Kata Metrologi berasal dari bahasa Yunani kuno, yaitu *METROS yang berarti* Ukuran dan *LOGOS yang berarti*

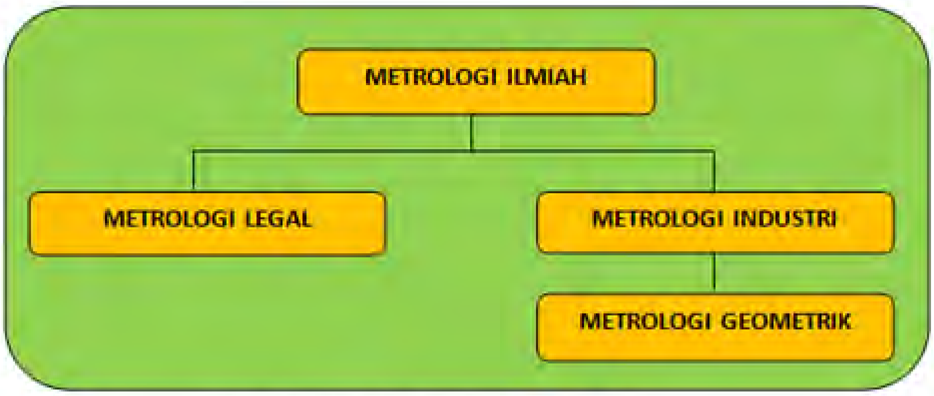


Diskusikan dan Simpulkan

Kumpulkan informasi dari berbagai sumber dan diskusikan jawaban pertanyaan berikut ini!

1. Apa yang dimaksud dengan pengukuran?
2. Apa yang dimaksud dengan standar ukuran?

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa terkait dengan pengukuran diperlukan ilmu pengetahuan yang khusus mempelajari pengaturan dan pengembangan standar pengukuran dan pemeliharaannya, bidang ilmu ini disebut dengan Metrologi Ilmiah (*Scientific metrology*). Metrologi yang bertujuan untuk memastikan bahwasistem pengukuran dan alat-alat ukur di industri berfungsi dengan akurasi yang memadai dalam proses perencanaan, proses produksi maupun pengujiannya disebut dengan Metrologi Industri (*Industrial metrology)* dimana salah satunya membahas metrologi geometrik. *Sedangkan* metrologi yang berkaitan dengan pengukuran yang berdampak pada transaksi ekonomi, kesehatan, dan keselamatan dinamakan metrologi legal (*legal metrology*). Pada bab ini kita membatasi pembahasan terkait metrologi industri.



Gambar 2.2 Pembagian Metrologi

Untuk diketahui : Setiap tanggal 20 Mei Diperingati Sebagai Hari Metrologi Se-Dunia

Selayang Pandang : Sejarah Pengukuran

Pengukuran telah lama dikenal dalam peradaban manusia, sebelum waktu Masehi (± 4000 SM). Di Mesir pada saat itu sudah diperkenalkan satuan ukuran panjang yang diambil dari ukuran anggota badan, yaitu



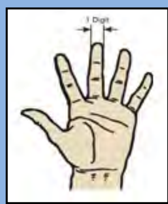
Cubit : Panjangnya adalah sama dengan panjang siku tangan. Karena panjang siku ini tidak ada yang sama persis satu sama lain, maka dibuatkan standarnya yang terbuat dari bahan batu granit hitam. Standar ini dikenal dengan *Royal Cubit* dan disimpan sebagai alat untuk mengkalibrasi atau mengecek duplikasi *cubit-cubit* yang digunakan sebaai alat ukur standar kerja.



Span yang panjangnya adalah sama dengan satu jengkal jari tangan manusia. Satu *span* kira-kira sama dengan *cubit*. satu *span* kira-kira sam sembilan inchi.



Palm yang panjangnya adalah selebar telapak tangan manusia. Kalau dikaitkan dengan standar *cubit* maka satu *palm* panjangnya kira-kira sama dengan satu per enam *cubit* atau kira-kira sama dengan tiga inchi.



Digit yang panjangnya adalah sama dengan selebar ujung jari tengah tangan manusia. Kalau dikaitkan dengan standar *cubit* maka satu digit kira-kira sama dengan satu per dua puluh empat *cubit* atau kira-kira sama dengan tiga p



Berdasarkan standar panjang tersebut, bangsa mesir ternyata mampu membangun Pyramid (2750 SM), dengan kesikuan antara sisi bujur sangkar dari dasar pyramid, toleransinya adalah +12 detik, sedangkan panjang masing masing sisi bujursangkarnya yang 230.000mm mempunyai kecermatan +14 mm.

B. Besaran dan Satuan

1. Besaran dan satuan

Besaran dan satuan merupakan salah satu materi pembelajaran yang sangat berkait erat dengan pengukuran. Pada bagian ini kamu akan mempelajari konsep dimensi, besaran dan satuan untuk dapat memahami materi pembelajaran pengukuran dan alat ukur.

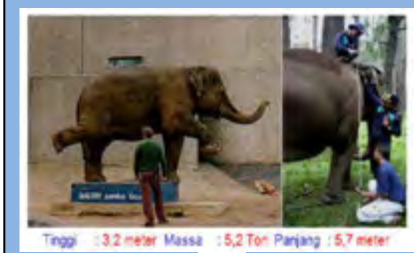
Eksplorasi



(a)

Amati gambar 2.3(a) disamping ini, lalu deskripsikan hewan tersebut *tanpa* menyebut ukuran.

Deskripsikan oleh kamu dengan menyebut sifatnya dan bentuk bagian tubuhnya.



(b)

Deskripsikan kembali gambar disamping dengan menyebutkan ukuran sebagaimana tertlis pada gambar 2.3(b)

Gambar 2 .3
Pengamatan Objek

Pada kasus di atas, Kamu dapat mendeskripsikan dengan dua cara;

1. Binatang besar dengan emosinya labil, kulit tebal dan kasar, warnanya Coklat, belalainya panjang, telinganya lebar dan berkaki besar. Deskripsi cara pertama ini dilakukan dengan cara kualitatif, menghasilkan deskripsi yang tidak terukur (aran Non-Fisis).
2. Binatang besar dengan tinggi 3,2 meter; berat 5,2 ton dan panjang 5,7 meter.Deskripsi cara kedua ini dilakukan dengan cara kuantitatif, menghasilkan menghasilkan deskripsi yang terukur (dinyatakan dengan angka dan satuan, seperti tinggi 3,2 meter;

berat 5,2 ton dan panjang 5,7 meter)

Dengan demikian dapat dipahami bahwa besaran digunakan untuk mendeskripsikan objek, merupakan segala sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka, misalnya panjang, massa, waktu, luas, berat, volume, kecepatan, dan sebagainya.

Kesimpulan :

Besaran adalah standar yang digunakan dalam pengukuran, terdiri dari dua jenis, Besaran Pokok dan Besaran Turunan. Angka besaran fisis merupakan hasil **pengukuran**. Mengukur adalah membandingkan dengan standar yang telah diakuai. Nilai suatu besaran fisis dinyatakan dengan **Satuan**



Gambar 2.4 Besaran Ukuran dan Satuan

Untuk keseragaman pengukuran, dibutuhkan besaran standar dan satuan standar. Siapa yang mengelola standarisasi terkait ukuran atau metrologi ?

Pengelolaan Metrologi di Indonesia

Metrologi di indonesia dikelola oleh Lembaga Metrologi Nasional — Puslit KIM-LIPI, Badan Akreditasi—KAN, Badan Standardisasi—BSN, Direktorat Metrologi Departemen Perdagangan. Instansi pemerintah yang menjalankan fungsi lembaga metrologi nasional atau NMI di Indonesia adalah Pusat Penelitian Kalibrasi, Instrumentasi dan Metrologi yang berada di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan disingkat Puslit KIM-LIPI. Lembaga ini membidangi kegiatannya pengelolaan standar nasional, mempunyai kompetensi di bidang metrologi panjang, waktu, massa dan besaran terkait, kelistrikan, suhu, radiometri dan fotometri, serta akustik dan getaran. Besaran yang tidak ditangani oleh Puslit KIM-LIPI adalah jumlah zat. Standar dan ketertelusuran untuk besaran ini ditangani oleh Pusat Penelitian Kimia LIPI untuk metrologi kimia pada umumnya, dan Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) di bawah Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) yang menangani metrologi radiasi pengion dan radioaktivitas.

Komite Akreditasi Nasional (KAN) adalah lembaga non-struktural yang bertugas membantu Badan Standardisasi Nasional (BSN) dalam menyelenggarakan kegiatan akreditasi untuk berbagai bidang kegiatan standardisasi, termasuk di antaranya akreditasi laboratorium kalibrasi, laboratorium pengujian, dan lembaga sertifikasi produk. KAN telah mendapatkan pengakuan untuk bidang kalibrasi dan pengujian, yang berarti bahwa sertifikat kalibrasi atau laporan pengujian yang diterbitkan oleh laboratorium yang diakreditasi KAN bisa diakui di lingkungan Asia-Pasifik.

Badan Standardisasi Nasional (BSN) adalah lembaga pemerintah di bawah Presiden RI yang bertugas mengembangkan dan membina kegiatan standardisasi dan penilaian kesesuaian di Indonesia dalam suatu Sistem Standardisasi Nasional (SSN). Tujuan utama standardisasi di Indonesia adalah melindungi konsumen, tenaga kerja, dan masyarakat dari aspek keamanan, keselamatan, kesehatan serta berwawasan lingkungan BSN menetapkan standar yang disebut Standar Nasional Indonesia (SNI).

Direktorat Metrologi di bawah Departemen Perdagangan adalah organisasi sentral yang bertanggungjawab atas pelaksanaan metrologi legal di Indonesia. Direktorat Metrologi tergabung dalam OIML. Dalam era otonomi daerah, pelaksanaan metrologi legal dilakukan oleh unit-unit kerja tertentu yang berada di bawah pemerintah daerah (baik di tingkat provinsi maupun kabupaten/kota).

2. Organisasi Standar Pengukuran

Suatu standar pengukuran memegang peranan penting dalam sektor industri. Karena pentingnya maka masalah standar pengukuran ini harus ada yang mengelolanya. Setiap negara menyadari akan hal ini dan berusaha untuk membentuk suatu badan yang menangani standar pengukuran,organisasiini diantaranya;

a. Amerika
   1) *National Bureauof Standards* (NBS), merupakan bagian dari Departemen Perdagangan Amerika yang mengelola masalah standar pengukuran. Tugasnya antara lain adalah memeriksa, mengetes, mengkalibrasi alat-alat ukur dengan standar yang dimiliki. Selain itu juga membantu industri-industri diAmerika dalam memelihara ketelitian dalam pengukuran.
   2) *American National StandardInstitue* (ANSI), yang anggota-anggotanya terdiri dari asosiasi teknik, kelompok-kelompok industri, dan orang-orang yang tertarik pada pengukuran.

b. Inggris

   British Standard Institution (BSI) yang mempunyai peran yang sama dengan ISI.

c. Eropa,

   International Federation of National Standardising Association (ISA), merupakan kerja sama dari negara-negara kontinental. Pada tahun 1946, ISA berubah namanya menjadi *International Organisasi for Standardisation* (ISO).

d. Perancis,

   International Bureauof Weightsand Measures yang berada di kota Sevres, didirikan 20 Mei 1975 atas kerjasama dengan *International Metric Convention*. Kemudian tahun 1975 diubah menjadi *International Organisation of Weightsand Measures* di bawah naungan *International Metre Convention*.



Diskusikan dan Simpulkan

Dari berbagai sumber informasi, coba kamu diskusikan :

Lebaga atau organisasi apa yang melakukan pemeliharaan, pengawasan terhadap standarisasi ukuran di Indonesia?

3. Sistem dan Standar Pengukuran Internasional

Dari sekian banyak organisasi Internasional yang mengelola masalah standar pengukuran, ada satu badan yang berhasil membuat suatu sistem pengukuran yang banyak digunakan oleh negara-negara industri, organisasi tersebut adalah *General Conferenceof Weightsand Measures* (CGPM). Adapun sistem pengukuran yang dimaksud adalah SI Units, atau *International Systemof Units*, atau *Le Systeme International d'Unites*. Istilah yang banyak digunakan sekarang adalah sistem internasional (SI). Satuan dasar dari sistem internasional ini dapat dilihat pada tabel 2.1

Table 2.1 Satuan Dasar SI

Besaran Dasar	Nama Satuan Dasar	Simbol
Panjang	Meter	m
Massa	Kilogram	kg
Waktu	Detik (second)	s
Arus Listrik	Ampera	a
Temperatur Termodinamika	Kelvin	k
Intensitas Cahaya	Candela	cd
Jumlah zat	Mol (mole)	mol

Ada pula satuan yang merupakan turunan dari satuan dari SI tersebut.Satuan ini disebut satuan turunan, dapat dilihat pada Tabel 2.2

Table 2.2 Contoh Satuan Turunan

Besaran	Nama Satuan Dasar	Simbol
Luas bidang	meter kuadrat	M^2
Volume (isi)	meter kubik	M^3
Kecepatan	meter per detik	m/s
Percepatan	meter per detik kuadrat	m/s^2
Gaya	Newton	N, kgm/s^2
Tekanan	pascal	Pa, N/m^2, $kg/(m.s^2)$
Energi, (kerja)	joule	J, Nm, $kg.m^2/s^2$
Daya	watt	W, J/s, $kg.m^2/s^3$
Potensi:		
Listrik	volt	V, W/A, $kgm^2/(s^3.A)$
Tahanan listrik	ohm	Ω, V/A, $kgm^2/(s^3.A^2)$
Kekentalan	kilogram per meter kubik	kg/m^3
Frekuensi	herzt	Hz
Kapasitas	mililiter	ml
	centiliter	cl
	desiliter	dl
	liter	l
	hectoliter	hl

Table 2.3 Contoh Satuan SI Yang dinyatakan
Dengan Satuan dasar SI

Besaran turunan	*Satuan turunan*	*Simbol*
luas	meter persegi	m^2
isi	meter kubik	m^3
kecepatan	meter per sekon	$m\cdot s^{-1}$
percepatan	meter per sekon kuadrat	$m\cdot s^{-2}$
kecepatan sudut	radian per sekon	$rad\cdot s^{-1}$
percepatan sudut	radian per sekon kuadrat	$rad\cdot s^{-2}$
rapat massa	kilogram per meter kubik	$kg\cdot m^{-3}$
kuat medan magnet (rapat arus linier)	ampere per meter	$A\cdot m^{-1}$
rapat arus listrik	ampere per meter persegi	$A\cdot m^{-2}$
momen gaya	newton meter	N·m
kekuatan medan listrik	volt per meter	$V\cdot m^{-1}$
permeabilitas	henry per meter	$H\cdot m^{-1}$
permisivitas	farad per meter	$F\cdot m^{-1}$
kapasitas panas spesifik	joule per kilogram Kelvin	$J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}$
konsentrasi jumlah zat	mol per meter kubik	$mol\cdot m^{-3}$
luminansi	candela per meter persegi	$cd\cdot m^{-3}$

Table 2.4 Satuan SI Dengan Nama dan Simbol Tertentu

Besaran turunan	*Satuan turunan SI, nama khusus*	*Simbol, simbol khusus*	*Dalam satuan SI*	*Dalam satuan dasar SI*
frekuensi	hertz	Hz		s^{-1}
gaya	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
tekanan, stress	pascal	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energi, kerja, kuantitas panas	joule	J	N·m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
daya, fluks radian	watt	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
muatan listrik	coulomb	C		s·A
beda potensial listrik, emf	volt	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
kapasitas listrik	farad	F	C/V	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
tahanan listrik	ohm	Ω	V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
daya hantar listrik / konduktansi	siemens	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
fluks magnetik	weber	Wb	V·S	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
induksi magnet, rapat fluks magnet	tesla	T	Wb/m^2	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
induktansi	henry	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
fluks luminan	lumen	lm	Cd·sr	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot Cd = Cd$
Iluminansi	lux	lx	Lm/m^2	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot Cd = Cd \cdot m^{-2}$
aktifitas (dari radionuklida)	becquerel	Bq		s^{-1}
dosis absorbsi, kerma, energi	gray	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
setara dosis	sievert	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
sudut datar	radian	Rad		$m \cdot m^{-1} = 1$
sudut ruang	steradian	Sr		$m \cdot m^{-1} = 1$
aktivitas katalitik	katal	Kat		$s^{-1} \cdot mol$

Dari contoh satuan turunan di atas nampak bahwa satuan itu tidak saja diturunkan dari satu satuan dasar, melainkan juga dari gabungan beberapa satuan dasar.

Satuan-satuan selain SI yang diterima untuk digunakan bersama dengan satuan SI karena banyak digunakan atau karena digunakan pada bidang-bidang tertentu seperti pada tabel 2.5.

Table 2.5 Satuan Selain SI yang Diterima

Besaran	*Satuan*	*Simbol*	*Nilai dalam satuan SI*
waktu	menit jam hari	min h d	1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3600 s 1 d = 24 h
sudut permukaan	derajat menit sekon nygrad	° ' " gon	$1^\circ = (\pi/180)$ rad $1' = (1/60)' = (\pi/10800)$ rad $1'' = (1/60)'' = (\pi/648\,000)$ rad 1 gon = $(\pi/2000)$ rad
volume	liter	L, ℓ	1 ℓ = 1 $dm^3 = 10^{-3}\ m^3$
massa	ton metrik	T	1 t = 10^3 kg
tekanan udara, fluida	bar	bar	1 bar = 10^5 Pa

Satuan-satuan selain SI yang digunakan pada bidang-bidang tertentu seperti tabel 2.6.

Table 2.6 Satuan-satuan Selain SI yang Digunakan
Pada Bidang-bidang Tertentu

Besaran	*Satuan*	*Simbol*	*Nilai dalam satuan SI*
panjang	mil nautika		1 mil laut = 1852 m
kecepatan	knot		1 mil laut per jam = (1852/3600) m/s
massa	karat		1 karat = 2 r 10^{-4} kg = 200 mg
densitas linier	tex	tex	1 tex = 10^{-6} kg/m = 1 mg/m
kekuatan sistem optik	dioptre		1 dioptre = 1 m^{-1}
tekanan pada fluida dalam tubuh manusia	milimeter merkuri	mmHg	1 mmHg = 133 322 Pa
luas	are	a	1 a = 100 m^2
luas	hektar	ha	1 ha = $10^4\ m^2$
tekanan	bar	bar	1 bar = 100 kPa = 10^5 Pa
panjang	ångström	Å	1 Å = 0,1 nm = 10^{-10} m
penampang	barn	b	1 b = $10^{-28}\ m^2$

Selanjutnya terdapat aturan dalam penyebutan atau penulisan awalan satuanSI (Prefiks) sebagai berikut :

1. Prefiks hanya untuk pangkat 10 (bukan pangkat 2, misalnya)
Contoh: satu kilobit berarti 1000 bit *bukan* 1024 bit

2. Prefiks harus ditulis tanpa spasi di depan simbol satuan.
   Contoh: Centimeter ditulis cm *bukan* c m
3. Tidak boleh menggabungkan prefiks
   Contoh: 10-6 kg harus ditulis 1 mg *bukan* 1 μkg
4. Prefiks tidak boleh dituliskan sendirian
   Contoh: 109/m3 tidak boleh ditulis G/m3

CGPM telah mengadopsi dan merekomendasikan prefiks dan simbol prefiks seperti padaTabel 2.7 berikut:

Table 2.7 Prefiks Satuan SI

Faktor	Nama prefiks	Simbol	Faktor	Nama prefiks	Simbol
10^{1}	deka	da	10^{-1}	deci	d
10^{2}	hekto	h	10^{-2}	centi	c
10^{3}	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^{6}	mega	M	10^{-6}	mikro	μ
10^{9}	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

4. Sistem Inchi (*EnglishSystem*)

Di dunia perindustrian saat ini ada dua sistem pengukuran yang digunakan yaitu sistem internasional (SI) yang dikenal *metric* sistem dan sistem inchi (*englishsystem*). Berikut ini akan di bahas Sistem Inchi (*English System*).

Sistem inchi, secara garis besar berlandaskan pada satuan inchi,*pound* dan detik sebagai dasar satuan panjang, massa dan

waktu.Kemudian berkembang pula satuan-satuan lain misalnya, *yard*, *mil*,*ounce*, *gallon*, *feet*, *barrel*, dan sebagainya. Pada umumnya sistem inchiyang digunakan di Inggris (*British Standard*) dan di Amerika (*NationalBureau of Standards*) adalah tidak jauh berbeda.

Hanya pada hal-hal tertentu ada sedikit perbedaan. Misalnya satu ton menurut *British Standar* adalah sama dengan 2240 *pound*, sedangkan di Amerika satu ton adalah sama dengan 2000 *pound*; satu *yard Amerika* =3600/3937 meter, sedangkan satu *yard* menurut *British Imperial* sama dengan: 3600000/3937014 meter; dan contoh yang lain lagi satu *pound* menurut *British Imperial* sama dengan 0.4535924277 kilogram, sedangkan satu *pound* menurut *British Imperial* sama dengan 0.45359234 kilogram. Itulah beberapa contoh dari perbedaan besarnya satuan yang dipakai oleh *National Bureau of Standard* dan *British Standard*.

Standar utama (*primary standard*) untuk panjang yang digunakan oleh industri-industri di Amerika adalah *United States Prototype Meter 27*.Prototip ini merupakan standar garis (*line standard*) yang terbuat dari 90% platinum dan 10% iridium, dan mempunyai penampang yang berbentuk X. Batang ukur panjang (*length bar*) ini disimpan di *National Bureau of Standards* di Washington. Dasar untuk menentukan standar panjangnya bermacam-macam. *National Bureau of Standards* telah menetapkan bahwa panjang gelombang radiasi hijau dari isotop mercury 198 sebagai dasar yang fundamental untuk ukuran panjang yang berbeda dengan dengan *International Protoype Meter*. Kalau dibandingkan dengan standar meter maka didapat bahwa 1 inchi =0.0254 meter. Dalam pemakaiannya di industri-industri ada dua macam skala yaitu skala decimal dan skala pecahan. Misalnya, 0.0001 inchi (*decimal*) dan 1/128 (pecahan atau *fractional*). Untuk pengukuran presisi banyak digunakan skala decimal, misalnya 0.1, 0.01,0.0001, sampai 0.000001 inchi. Untuk skala pecahan yang banyak digunakan adalah 1/128, 1/64, 1/32, 1/20, 1/16, 1/8, 1/4, dan 1/2 inchi.Untuk satuan-satuan yang lain: 1 *foot* = 12 inchi, 1 *yard* = 36 inchi = 3*feet*, 1 *mil*=5280 *feet*. Sedangkan standar utama (*primary standard*) untuk

massa yang berlaku di Amerika adalah *United States Prototype Kilogram 20*, terbuat dari platinum iridium dan dipelihara oleh *National Bureau of Standards*. Dalam praktek sehari-hari satuan massa yang digunakan adalah *pound* yang disesuaikan dengan *Prototype Kilogram 20*. Sejak tahun 1893 satu *pound* ini ditetapkan sama dengan 0.4535924277 kilogram.

Dalam sistem inchi ini dikenal juga adanya istilah *ton*. Satuan *ton* ini pada dasarnya mempunyai dua pengertian yaitu:

a. Sebagai unit dari berat, misalnya:
   1) *short* atau *net ton* = 2000 *pound*,
   2) *long*, *gross* atau *shipper ton* = 2240 *pound*,
   3) *metric ton* = 1000 *kilogram* = 2204.6 *pound*.

b. Sebagai unit dari kapasitas atau volume, misalnya:
   1) *register ton* = 100 *feet kubik*,
   2) *measurement ton* = 40 *feet kubik*,
   3) *English water ton* = 224 *British Imperial Gallon*.

Yang banyak digunakan di Amerika dan Kanada adalah *short ton*, Inggris menggunakan *long ton*, dan untuk sistem metrik digunakan *metric ton*. Dengan demikian, dalam dunia perdagangan dan industri sekarangini terdapat dua sistem pengukuran yaitu *sistem metrik* dan *sistem* inchi.

Meskipun sistem metrik digunakan oleh sebagian besar negara industri,namun ada baiknya pula mempelajari sistem inchi. Hal ini disebabkan masih ada industri-industri besar misalnya di Amerika dan Kanada yang menggunakan sistem inchi dan semua hasil-hasil produksinya tersebar diberbagai negara. Sebagian besar obyek yang diukur dalam industri permesinan adalah menyangkut panjang dengan berbagai bentuk. Oleh karena itu, konversi dari satuan metrik ke inchi atau inchi ke metrik perlujuga dipelajari.

5. Konversi antara Metrik dan Inchi

Karena sejak semula sistem metrik dan sistem inchi maka tidak ada hubungan yang jelas antara kedua sitem itu dalam pengukuran

panjang. Untuk itu perlu dilakukan konversi dari metrik ke inchi atau dari inchi kemetrik. Ada tiga macam konversi yang sudah dilakukan yaitu:

a. Konversi secara matematika

Konversi inchi ke metrik secara matematika diperlukan faktor konversi. Caranya adalah sebagai berikut:

1 *yard* $= \frac{3600}{3937}$ meter = 0.914440

1 *yard* = 36 inchi, berarti:

1 inchi = 1/36 x 0.91440 meter = 0.025400

Kita tahu bahwa 1 meter = 1000 milimeter

Maka:

1 inchi = 0.025400 x 1000meter
= 25.40000 mm(faktor konversi)

b. Konversi melalui tabel (*chart*)

Konversi ini berupa tabel yang ada angka-angka konversinya. Sehingga mudah untuk menggunakannya karena tinggal melihat tabel saja. Dan tabel atau *chart* ini banyak terdapat di pabrik-pabrik. Contohnya dapat dilihat tabel 2.8 dibawah ini.

Table 2.1 Konversi Metrik ke Inchi

milimeter	inchi	milimeter	inchi	milimeter	inchi
0.01	0.00039	0.54	0.02126	8	0.31496
0.02	0.00079	0.55	0.02165	9	0.35433
0.03	0.00118	0.56	0.02205	10	0.39370
0.04	0.00157	0.57	0.02244	11	0.44307
0.05	0.00197	0.58	0.02283	12	0.47244
0.06	0.00236	0.59	0.02323	13	0.51181
0.07	0.00276	0.60	0.02362	14	0.55118
0.08	0.00315	0.61	0.02402	15	0.59055
0.09	0.00354	0.62	0.02441	16	0.62992
0.10	0.00354	0.63	0.02480	17	0.66929
0.11	0.00394	0.64	0.02520	18	0.70866
0.12	0.00433	0.65	0.02559	19	0.74803
0.13	0.00472	0.66	0.02598	20	0.78740
0.14	0.00512	0.67	0.02638	21	0.82677
0.15	0.00551	0.68	0.02677	22	0.86614
0.16	0.00591	0.69	0.02717	23	0.90551
0.17	0.00630	0.70	0.02756	24	0.94488
0.18	0.00709	0.71	0.02795	25	0.98425
0.19	0.00748	0.72	0.02835	26	1.02362
0.20	0.00787	0.73	0.02874	27	1.06299
0.21	0.00827	0.74	0.02913	28	1.10236
0.22	0.00866	0.75	0.02953	29	1.14173
0.23	0.00906	0.76	0.02992	30	1.18110
0.24	0.00945	0.77	0.03032	31	1.22047
0.25	0.00984	0.78	0.03071	32	1.25984
0.26	0.01024	0.79	0.03110	33	1.29921
0.27	0.01063	0.80	0.03150	34	1.33858
0.28	0.01102	0.81	0.03189	35	1.37795
0.29	0.01142	0.82	0.03228	36	1.41732
0.30	0.01182	0.83	0.03268	37	1.45669
0.31	0.01220	0.84	0.03307	38	1.40606
0.32	0.01260	0.85	0.03346	39	1.53543
0.33	0.01299	0.86	0.03386	40	1.57480
0.34	0.01339	0.87	0.03425	41	1.61417
0.35	0.01378	0.88	0.03465	42	1.65354
0.36	0.01417	0.89	0.03504	43	1.69291
0.37	0.01457	0.90	0.03543	44	1.73228

c. Konversi Dial Mesin (*convertion dial*).

Konversi ini dilakukan pada dial yang terdapat pada mesin-mesin produksi, misalnya mesin bubut, frais dan sebagainya. Dengan demikian satu unit mesin dapat digunakan untuk membuat komponen-komponen baik yang ukurannya dalam inchi maupun yang ukurannya dalam metrik.

DefinisiSatuan DasarSI

Meter : panjang lintasan yang ditempuh oleh cahaya dalam hampa dalam waktu 1/299 792 458 sekon.

Kilogram: massa prototipe kilogram internasional.

Sekon : durasi dari 9 192 631 770 periode radiasi yang sesuai dengan transisi antara dua tingkat sangat halus dari *groundstate* sebuah atom caesium-133.

Amper : arus tetap yang, jika dijaga dalam dua kawat konduktor yang lurus dan parallel dengan panjang tak terhingga dan luas penampang dapat diabaikan serta berjarak 1 meter satu sama lain, dalam ruang hampa, akan menghasilkan gaya sebesar 2 r $10^{-}7$ newton per meter panjang kawat.

Kelvin : 1/273,16 dari suhu termodinamis titik tripel air.

Mole : jumlah zat dari sebuah sistem yang mengandung entitas sebanyak entitas yang ada dalam 0,012 kg atom karbon-12. Apabila satuan mole digunakan, entitas dasar harus didefinisikan apakah itu atom, molekul, ion, elektron, partikel lain atau gabungan tertentu dari partikel-partikel.

Kandela : intensitas luminansi pada arah tertentu dari sebuah sumber yang memancarkanradiasi monokromatik dengan frekuensi 540 r $10^{1}2$ hertz dan mempunyai intensitas radian pada arah tersebut sebesar 1/683 watt per steradian.



Eksplorasi

Jika satu benda kerja yang harus kamu buat memiliki panjang 21 inchi, tetapi kamu hanya memiliki alat ukur dengan satuan metrik.Berapa centimeter panjang benda kerja tersebut jika dibuat dengan menggunakan alat ukur metrik tersebut?

C. Metrologi Industri

Dalam kehidupan sekarang, pengukuran merupakan kebutuhan yang telah menyatu dengan kehidupan manusia. Pada bidang pekerjaan produksi barang di industri, produk yang presisi dalam ukuran akan memiliki daya saing lebih tinggi. Untuk mendapatkan produk-produk yang presisi ini tentunya tidak bisa lepas dari sistem dan proses pengukuran yang berteknologi tinggi.

Sistem dan proses pengukuran tidaklah sesederhana seperti yang dicontohkan di atas, sifat atau karakteristik dari pengukuran sebetulnya sangat luas sekali. Untuk memberikan informasi mengenai apa dan bagaimana pengukuran itu, maka harus ada disiplin ilmu tersendiri yang membahasnya. Dengan adanya ilmu ini maka setiap orang dapat mempelajarinya dengan maksud memperoleh pengetahuan untuk mengatasi masalah-masalah yang timbul dalam dunia pengukuran. Salah satu bidang ilmu yang banyak membicarakan masalah pengukuran adalah metrologi industri.

Pengetahuan Penunjang Metrologi

Walaupun sebagian besar alat-alat ukur dapat langsung digunakan dan dibaca skalanya, tapi ada pula sebagian alat ukur yang dalam penggunaannya masih memerlukan bantuan pengetahuan lain. Pengetahuan lain yang dapat menunjang dalam mempelajari metrologi industri adalah:

Matematik khususnya aritmatik, geometri, dan trigoneometri (*sinus*, *cosinus*, dan *tangent*)

Fisika khususnya mekanika terapan yang mencakup hukum gerakan, lenturan, tekanan, puntiran, bengkokan, dan momen inersia. Juga prinsip prinsip optik atau lensa banyak terkait dalam peralatan ukur optik.

Statistik banyak digunakan dalam mempelajari masalah kontrol kualitas

Gambar Teknik untuk lebih memahami toleransi, suaian dan memahami berbagai simbol terkait pengukuran.

Dalam pengukuran di bidang keteknikan, tidak hanya menyangkut pengukuran panjang saja, tetapi juga menyangkut pengukuran lainnya seperti; bunyi, getaran, tekanan, tegangan, gaya, puntiran, usaha, kecepatan aliran zat cair dan temperatur. Pada bab ini, tidak akan dibahas metrologi secara menyeluruh seperti yang telah disebutkan diatas, akan tetapi dibatasi pada masalah metrologi industri, yang meliputi pembahasan kegiatan metrologi berupa pengukuran, karakter alat ukur, metode pengukuran, penafsiran dari hasil pengukurannya. Selain itu akan dibahas pula kaitannya dengan bidang yang dikelola metrologi yang meliputi ; pengujian, produksi, kalibrasi dan jaminan mutu



Eksplorasi

Kamu rencanakan membuat kursi dan meja. Pada pekerjaan ini dilakukan proses pengukuran yang sangat sederhana. Misalnya pembuatan kursi dari bahan kayu.

Bahan dipotong-potong sesuai dengan ukuran yang dikehendaki lalu diukur dengan meteran pita biasa, kehalusan hanya dirasakan dengan rabaan tangan, kesikuan hanya ditentukan dengan penyiku biasa. Kemudian potongan komponen dirakit menjadi sebuah kursi.

Dalam perakitan ternyata ada, beberapa potongan yang perakitannya harus di pukul atau dipaksa, adajuga yang terlalu longgar dan ada juga yang betul-betul pas. Kesikuan dari perakitan antara potongan satu dengan potongan yang lain ternyata ada yang betul-betul siku (sudut kesikuan 90^0), ada yang lebih kecil dari pada 90^0 dan ada pula yang lebih besar daripada 90^0. Dengan bantuanpasak-pasak penguat akhirnya kursi tersebut pun bisa digunakan.

1. Bagaimana Jika bahan yang digunakan besi?
2. Bagaiman jika produk yang dibuat mengunakan mesin?
3. Bagaimana jika benda kerja yang dibuat tidak satu unit, tetapi ratusan unit?

Kalau dalam proses pembuatannya tidak memperhatikan masalah kelonggaran dan kesesakan serta kehalusan komponen, dan kemampuan tukar antara komponen yang sama, maka dapat dipastikan bahwahasil atau produk yang dibuat kurang presisi, perakitannya juga mengalami kesulitan dan tidak dapat dibuat banyak pada waktu bersamaan. Ini berarti efektifitas dan efisiensi dari suatu produksi tidak terpenuhi.Untuk dapat menghasilkan produk yang presisi maka harus mematuhi ketentuan-ketentuan yang

berlaku yang biasanya kebanyakan ketentuan tersebut dicantumkan dalam gambar teknik. Disamping itu juga harus memperhatikan pula prinsip-prinsip yang ada dalam masalah pengukuran. Ada beberapa istilah yang sering terkait dalam masalah pengukuran antara lain yaitu: ketelitian, ketepatan, ukuran dasar,toleransi, harga batas, kelonggaran dan sifat mampu tukar.

Dengan demikian, metrologi Industri mempelajari pengukuran,karakteristik geometris suatu produk/komponen mesin dengan alat dan cara yang tepat sedemikian rupa sehinggahasil pengukuran dianggap sebagai yang paling dekat dengan geometri sesungguhnya dari komponen mesin yang bersangkutan.

D. Pengukuran dan Kualitas Benda Produksi

1. Metode Pengukuran

Untuk dapat menghasilkan kualitas pengukuran yang benar, pada pengukuran benda kerja tidak dapat dilakukan dengan satu cara pengukuran, hal ini dikarenakan beragamnya bentuk benda kerja. Untuk memperoleh hasil pengukuran yang baik dikenal empat metode pengukuran dalam Metrologi Industri, yaitu :

a. Pengukuran Langsung, yaitu pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur langsung dimana hasil pengukuran dapat diperoleh secara langsung.
b. Pengukuran Tak Langsung, yaitu pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur pembanding dan alat ukur standar, dimana hasil pengukuran tidak dapat diperoleh secara langsung.
c. Pengukuran dengan Kaliber Batas, yaitu pengukuran yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah dimensi suatu produk berada di dalam atau diluar daerah toleransi produk tersebut.

d. Membandingkan dengan Bentuk Standar, yaitu pengukuran yang dilakukan dengan cara membandingkan bentuk produk dengan bentuk standar dari produk tersebut. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan profil proyektor.

2. Pengambilan Data Pengukuran

Pengambilan data adalah bagian dari proses pengukuran yang menuntut ketelitian atau kesaksamaan yang tinggi, karena kegiatan ini selalu dibayangi oleh kemungkinan sulitnya pengulangan proses pengukuran jika data yang sudah diperoleh mengalami kekeliruan. Kesulitan pengambilan data ulang antara lain disebabkan oleh sudah berlalunya obyek pangukuran ke pos pengerjaan berikutnya, sehingga menyulitkan pelacakan, dan berubahnya karakteristik elemen pengukuran terhadap waktu, misalnya perubahan suhu atau perubahan karakteristik alat ukur yang akan mengakibatkan berubahnya nilai ukur. Oleh karena itu, proses pengambilan data sebaiknya dilakukan hanya pada satu kesempatan sampai tuntas dan tanpa kekeliruan.

Dalam proses pengambilan data terdapat lima elemen yang terlibat yaitu; Obyek ukur, Standar ukur, Ukur, Operator pengukuran, Lingkungan. Proses pengukuran tidak dapat berlangsung dengan baik bila salah satu dari keempat elemen yang pertama tidak ada. Faktor lingkungan selalu hadir pada setiap situasi. Kelima elemen perlu dipahami agar kesalahan yang ditimbulkan oleh setiap elemen dapat dipelajari. Proses pengukuran dilakukan si operator dengan membandingkan benda ukur (obyek) dengan alat ukur (standar) yang sudah diketahui nilai ukurnya (kalibrasi) dengan sarana ruang dan alat bantu ukur yang memenuhi persyaratannya.

a. Obyek Ukur,

   Obyek ukur adalah komponen sistem pengukuran yang harus dicari karakteristik dimensionalnya, misal panjang, jarak, diameter, sudut, kekasaran permukaan dst, agar hasil ukurnya memberikan nilai yang aktual, maka sebelum proses pengukuran dilakukan, obyek ukur harus dibersihkan dahulu dari debu, minyak atau

bahan lain yang menutup atau mengganggu permukaan yang akan diukur.

b. Standar Ukur

Standar ukur adalah komponen sistem pengukuran yang dijadikan acuan fisik pada proses pengukuran. Bagi pengukuran dimensional standar satuan ukuran adalah standar panjang dan turunannya. Dalam proses pengukuran yang baik menuntut standar ukur yang mempunyai akurasi yang memadai dan mampu telusur ke standar nasional/internasional.

c. Alat Ukur,

Alat ukur atau instrumen adalah komponen sistem pengukuran yang berfungsi sebagai sarana pembanding antara obyek ukur dan standar ukur, agar nilai obyek ukur dapat ditentukan secara kuantitatif dalam satuan standarnya. Ciri-ciri dari alat ukur yang baik adalah yang memiliki kemampuan ulang yang ketat, kepekaan yang tinggi, histerisis yang kecil dan linieritas yang memadai.

d. Operator pengukur

Operator pengukur adalah orang yang menjalankan tugas pengukuran dimenisonal baik secara keseluruhan maupun bagian demi bagian. Seorang operator hendaknya dibekali dengan; kemampuan membaca gambar kerja, pengetahuan tentang sistem toleransi, kemampuan menjalankan alat/mesin ukur, pengetahuan tentang statistika pengukuran dan teori ketidakpastian. Tugas ini terdiri dari pos pekerjaan, diantaranya;

1) Pemeriksaan obyek ukur (dan gambar kerja),
2) Pemilihan alat-alat ukur (dan standar ukur),
3) Persiapan pengukuran (penjamin kebersihan, penyusunan sistem ukur, pemeliharaan kondisi lingkungan dan lain-lain).
4) Perhitungan analisis kesalahan pengukuran dan pembuatan interprestasi ketidakpastian pengukuran
5) Penyajian hasil pengukuran (dalam bentuk laporan pengukuran).

e. Lingkungan

Proses pengukuran dapat dilakukan dimana saja: diruang terbuka maupun diruang ysng terkondisi. Pada ruang terkondisi khususnya pengukuran dimensional tentunya akan menjamin hasil ukur lebih akurat,dengan persyaratan yang dipersyaratkan bagi sebuah ruang untuk keperluan pengukuran/kalibrasi dimensional adalah suhu 20^0C dan kelembaban relatif 50 %.

3. Proses Pengukuran

Sebelum pengukuran dilakukan, secara administratif perlu dipersiapkan petunjuk pemakaian alat ukur, dan grafik untuk mencatat hasil pengambilan data, serta gambar tata letak dari sistem pengukuran. Alat ukur yang akan digunakan perlu dilakukan pemeriksaan, yaitu uji visual, fungsional dan unjuk kerja.

Uji visual dimaksudkan untuk melihat kelengkapan alat ukur, dan cacat yang dapat dilihat mata.Uji fungsional untuk memeriksa tanggapan yang terjadi sebagai akibat input yang diberikan dengan mengubah posisi setiap tombol. Apabila semua fungsinya dapat bekerja alat ukur tersebut dapat digunakan dengan catatan terdapat hasil uji unjuk kerja secara tertulis, yang berupa laporan kalibrasi atau sertifikat kalibrasi.

Dilihat dari jumlahnya pengambilan data dapat dilakukan satu sampai beberapa kali dimaksudkan untuk menjamin nilai kebenaran hasil ukur, data-data harus diambil lebih dari dua kali pada setiap posisi. Oleh karena itu pengambilan data yang dilakukan secara berulang, sehingga dapat memiliki peluang yang lebih baik untuk mendekati harga yang sebenarnya.

Di pihak lain, jumlah obyek pendataannya sendiri dapat hanya satu atau beberapa buah. Dengan demikian dapat terjadi kombinasi :

a. obyek tunggal – pengambilan data satu kali
b. obyek tunggal – pengambilan data berulang
c. obyek majemuk homogen – pengambilan data satu kali
d. obyek majemuk homogen – pengambilan data berulang

Dalam kasus obyek majemuk homogen baik pengambilan data satu kali maupun berulang, dapat diperoleh proporsi status obyek. Namun untuk hasil yang lebih akurat, lebih baik dipilih pengambilan data yang berulang. Karena cara ini akan mengurangi kemungkinan adanya status obyek yang meragukan khususnya bagi obyek yang berada pada nilai batas.

4. Kualitas Benda Produksi

Jika kamu diminta membuat benda kerja, maka tentulah benda kerja tersebut harus dibuat sesuai dengan keinginan pemesan atau pemakai benda kerja tersebut. Jika persyaratan yang diinginkan oleh pelanggan terpenuhi dan benda yang dibuat tersebut memuaskan pelanggan, maka akan muncul kepuasan pelanggan yang pada akhirnya muncul penilaian bahwa benda kerja tersebut berkualitas.

Di dunia industri, pembuatan benda kerja dirancang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat luas, karenanya untuk mencapai kepuasan pelanggan benda kerja yang di buat harus memenuhi berbagai jenis kualitas, diantaranya adalah kuaitas fungsional, kualitas perencanaan, kualitas gambar,kualitas material, kualitas geometris, kualitas psikologis, kualitas sumberdaya manusia dan kualitas manajemen industri yang membuatnya.

Diantara banyak kualitas yang harus dipenuhi, kualitas fungsional merupakan kualitas yang penting dilihat dari kemampuan benda kerja yang diproduksi untuk dapat bermanfaat/berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Untuk mendapatkan kualitas ini maka bentuk, ukuran dan kehalusan benda kerja diperhatikan agar memenuhi kualitas yang diinginkan. Pemenuhan ukuran bentuk dan kekasaran permukaan tersebut dinyatakan kualitas geometris.

Kualitas geometris dapat dicapai jika benda kerja memenuhi persyaratan spesifikasi Geometris yang meliputi Ukuran/dimensi *(dimension),* bentuk (*form*), dan kekasaran permukaan *(surface roughness)*

Sebagaimana di jelaskan sebelumnya, benda produksi yang dibuat memiliki persyaratan yang harus dipenuhi sehingga dapat dinyatakan bahwa produk tersebut berkualitas. Salah satu kualitas yang harus dipenuhi adalah kualitas geometris tang terdiri dari kualitas terhadap bentuk, ukuran atau dimensi, kekasaran permukaan.

Akan tetapi dalam kenyataannya sulit diperoleh hasil yang sangat sempurna dalam arti ukuran, bentuk dan kehalusan yang sangat tepat. Kalau suatu komponen mesin yang kita buat ternyata mempunyai ukuran yang sangat tepat dengan bentuk yang sangat sempurna serta kehalusan permukaan komponen yang sangat halus, maka keadaan yang demikian ini barulah dikatakan bahwa komponen mesin tersebut memiliki karakteristik geometris yang ideal.

Sudah dikatakan di muka bahwa hal tersebut adalah tidak mungkin. Karena di dalam proses pembuatannya banyak faktor yang terlibat sehingga faktor ini dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh. Faktor-faktor tersebut antar lain yaitu:

a. Cara penyetelan mesin perkakas yang tidak mungkin diperoleh proses penyayatan logam dengan sangat teliti,
b. Metode pengukuran yang kurang tepat,
c. Gerakan mesin perkakas yang kadang-kadang menimbulkan penyimpangan baik gerakan translasi maupun rotasi,
d. Keausan perkakas potong yang pasti terjadi meskipun kecil,
e. Adanya perubahan temperatur yang mempengaruhi struktur benda kerja dan juga mesin perkakas,
f. dan faktor yang terakhir adalah adanya gaya-gaya pemotongan baik yang ditimbulkan oleh mesin perkakas itu sendiri maupun yang timbul pada benda kerja.

Yang dapat kita lakukan hanyalah berusaha mengurangi adanya penyimpangan-penyimpangan sekecil mungkin, walaupun tidak mungkin menguranginya sampai seratus persen.

Untuk memperoleh suatu produk yang memiliki karakteristik geometris ideal menurut ukuran yang dapat diperbuat oleh manusia tidaklah semata-mata dipengaruhi oleh proses pengerjaannya pada mesin, melainkan juga dipengaruhi oleh bagaimana manusia merencanakannya dan bagaimana pula kondisi materialnya. Oleh karena itu, bagian perencanaan suatu komponen sudah seharusnya memperhatikan tentang perbedaan-perbedaan ukuran yang diijinkan sehingga fungsi dari komponen yang dibuat terpenuhi sesuai dengan tujuan. Jadi, bagian perencanaan harus memperhatikan masalah kualitas desain. Di samping itu perlu pula diperhatikan masalah kualitas materialnya. Bagaimana kekuatannya, bagaimana kekerasannya, dan sebagainya. Karena, kualitas material juga akan berpengaruh pada kuaitas fungsional.Dengan demikian, apabila bagian perencanaan telah merencanakan suatu komponen dengan perhitungan-perhitungan tertentu, kemudian dalam proses pengerjaannya pada mesin perkakas dapatmengurangisekecil mungkinadanyapenyimpangan-penyimpangan, maka dapat diharapkan diperolehnya suatu produk yang memiliki karakteristik geometris ideal menurut ukuran kemampuan manusia. Dan sekaligus dengan cara ini pula maka kualitas fungsional dari komponen yang dibuat bisa dipenuhi sesuai dengan tujuan.

5. Sifat Mampu Tukar (*Interchangability*)

Sebagai hasil terbesar dari usaha-usaha manusia mengurangi adanya penyimpangan dalam proses pengerjaan suatu produk adalah munculnya prinsip dasar dalam dunia industri yaitu pembuatan komponen yang memiliki sifat mampu tukar (*interchangeability*). Salah satu contoh sederhana dari pembuatan komponen dengan sifat mampu tukar adalah pembuatan poros dan roda sudu pompa sentrifugal. Poros dan lubang roda sudu yang dibuat sengaja diberi kelonggaran tertentu. Namun kelonggaran tersebut masih dalam batas-batas maksimum dan minimum Dengan demikian, poros dan roda sudu tersebut masih tetap dapat dipasangkan. Sudah tentu dari

kelonggaran ini terjadi variasi perbedaan besarnya beban penekanan. Akan tetapi, karena perbedaan penekanan itu sudah diperhitungkan maka kualitas fungsional dari pompa tersebut tetap dapat dipenuhi.

Dengan menggunakan prinsip dasar adanya komponen yang mempunyai sifat mampu tukar seperti tersebut di atas, ternyata ada beberapa keuntungan ditinjau dari proses produksi. Keuntungan-keuntungan tersebut antara lain adalah:

a. Lamanya waktu produksi setiap unit mesin dapat dikurangi karena waktu untuk proses perakitan menjadi lebih cepat.
b. Pembuatan komponen-komponen mesin dapat dilakukan secaraterpisahdipabrik lain. Dengan demikian dapat dimungkinkan adanya jalinan kerja sama antar pabrik.
c. Pembuatan suku cadang dapat dilakukan dalam jumlah yang besardanbiayanya juga menjadi murah. Suku cadang ini didistribusikankeberbagaitempatsebagaipersediaanuntuk reparasi. Ini mengakibatkan waktu dan biaya reparasi menjadi turun.
d. Proses pengelolaan produksi menjadi lebih mudah, kualitas produksi juga dapat dijaga, bahkan dapat ditingkatkan.

Sifat mampu tukar pada benda produksi mempunyai keuntungan:

a. Waktu perakitan dapat diturunkan
b. Komponen tidak harus dibuat oleh pabrik yang bersangkutan (out-plant)
c. Suku cadang dapat dibuat dengan massal dan
d. Biaya relatif murah
e. Produktifitas dan fleksibilitas sistem produksi terjamin

Dari pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa antara kualitas geometris dan kualitas fungsional suatu komponen terdapat hubungan yang sangat penting. Untuk mendapatkan kualitas fungsional yang tepat maka kualitas geometris harus diperhatikan. Untuk mendapatkan komponen yang berkualitas geometris menurut ukuran manusia maka pada proses

pembuatannya harus berusaha mengurangi penyimpangan-penyimpangan termasuk di dalamnya penggunaan metode pengukuran. Sudah tentu, untuk dapat melakukan pengukuran perlu diketahui pula sistem dan standar pengukuran yang berlaku di bidang industri.

6. Ukuran Dasar (*BasicSize*)

Ukuran dasar merupakan dimensi atau ukuran nominal dari suatu obyek ukur yang secara teoritis dianggap tidak mempunyai harga batas ataupun toleransi. Walaupun harga sebenarnya dari suatu obyek ukur tidak pernah diketahui, namun secara teoritis ukuran dasar tersebut diatas dianggap sebagai ukuran yang paling tepat. Dalam gambar teknik akan nampak jelas dimana letak dari ukuran dasar tersebut yang biasanya dinyatakan dalam bentuk bilangan bulat. Dan kebanyakan pula ukuran dasar ini dipakai untuk mengkomunikasikan benda-benda yang berbentuk silindris melalui gambar teknik. Jadi ada istilah poros (*shaft*) dan istilah lubang (*hole*). Akan tetapi, tidak semua benda akan berbentuk poros dan lubang. Kalau demikian apakah penggunaaan istilah ukuran dasar ini bisa juga diterapkan pada bidang-bidang datar? Untuk ini dapat diganti istilah poros dan lubang dengan istilah-istilah ruangan padat dan ruangan kosong yang berarti ada pembatasan dari dua bidang singgung, misalnya tebal dari pasak dan lebar dari alur.

7. Toleransi (*Tolerance*)

Toleransi memberi arti yang sangat penting sekali dalam dunia industri. Dalam proses pembuatan suatu produk banyak faktor yang terkait didalamnya, misalnya faktor alat dan operator. Oleh karena itu ukuran yang diperoleh tentu akan bervariasi. Variasi ukuran yang terjadi ini di satu pihak memang disengaja untuk dibuat, sedang dipihak lain adanya banyak faktor yang mempengaruhi proses pembuatannya.

Dalam hal variasi ukuran yang sengaja dibuat ini sebetulnya ada tujuan-tujuan tertentu yang salah satunya adalah untuk memperoleh suatu produk yang berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Sudah tentu variasi-variasi ukuran ini ada batasnya dan batas-batas ini memang diperhatikan betul menurut keperluan. Batas-batas ukuran yang direncanakan tersebut menunjukkan variasi ukuran yang terletak diatas dan dibawah ukuran dasar (*basic size*). Dengan adanya variasi harga-harga batas ini maka komponen-komponen yang dibuat dapat dipasangkan satu sama lain sehingga fungsi dari satuan unit komponen tersebut terpenuhi.

Dari penjelasan diatas maka dapat dikatakan bahwa toleransi merupakan perbedaan ukuran dari kedua harga batas yang diizinkan sehingga dari perbedaan ukuran ini dapat diketahui dimana ukuran dari komponen-komponenyang dibuat itu terletak. Besarnya toleransi merupakan selisih dari ukuran maksimum dan ukuran minimum. Jadi, dari benda yang berbentuk poros mempunyai toleransi dan dari benda yang berbentuk lubang juga mempunyai toleransi yang besarnya toleransi dari kedua benda tersebut tidak selalu sama.

Penentuan besarnya toleransi sudah barang tentu harus memperhatikan segi-segi positif dan kegunaan dari komponen yang akan dibuat. Makin presisi suatu komponen dibuat maka besarnya toleransi juga makin kecil. Makin kecil toleransi yang harus dibuat maka makin kompleks pula proses pembuatannya, apalagi bila besarnya toleransi mendekati nol. Makin kompleks proses pembuatan suatu komponen sudah tentu akan mempengaruhi pula pada biaya yang harus dikeluarkan. Makin besar toleransi makin kecil biaya yang dikeluarkan. Sebaliknya makin kecil toleransi yang berarti makin presisi.

8. Harga batas (*Limits*)

Harga batas adalah ukuran atau dimensi maksimum dan minimum yang diizinkan dari suatu komponen, di atas dan di bawah ukuran besar (*basicsize*). Pada pembahasan mengenai statistik dalam

metrologi harga batas ini akan dibagi menjadi dua yaitu harga batas atas dan harga batas bawah.

9. Kelonggaran (*Clearance*)

Kelonggaran merupakan perbedaan ukuran antara pasangan suatu komponen dengan komponen lain di mana ukuran terbesar dari salah satu komponen adalah lebih kecil dari pada ukuran terkecil dari komponen yang lain. Contoh yang paling jelas misalnya pasangan antara poros dan lubang. Kelonggaran akan terjadi pada pasangan poros dan lubang tersebut apabila dimensi terluar dari poros lebih kecil dari pada dimensi terdalam dari lubang.

E. Karakteristik Alat Ukur

Telah kita bahas di atas bahwa untuk mendapatkan kualitas fungsional benda kerja yang dibuat, salah satunya sangat tergantung pada kualitas geometrinya, yang meliputi kualitas ukuran yang sangat tepat dengan bentuk yang sangat sempurna serta kehalusan permukaan komponen yang sangat halus. Untuk mendapat kualitas geometris tersebut dilakukan kegiatan pengukuran menggunakan suatu perangkat yang dinamakan *instrumen* (alat ukur). Jadi instrumen adalah sesuatu yang digunakan untuk membantu kerja indera untuk melakukan proses pengukuran, yaitu proses membandingkan sesuatu yang ingin diketahui dimensinya dengan besaran standar.

Instrumen yang ada saat ini tidak saja untuk memenuhi kebutuhan produksi benda kerja terkait kualitas geometris, instrumen berkembang sejalan dengan meningkatnya teknologi dan rekayasa industri serta aktivitas manusia. Di industri instrumen digunakan misalnya untuk pengukuran tekanan kerja boiler, volume tangki, aliran minyak dalam pipa, temperatur kerja mesin dan masih sangat banyak lagi penggunaan

alat ukur di industri. Dalam kehidupan sehari hari penggunaan alat ukur digunakan misalnya manometer (*pressure gauge*) pengukur tekanan udara dalam ban, termometer (pengukur suhu mesin), speedometer (pengukur kecepatan), levelmeter (pengukur bahan bakar pada tangki), pH meter (pengukur derajat keasaman dalam batere). Dalam bidang penelitian dan laboratorium alat ukur digunakan dengan berbagai jenis ragam misalnya buret, gelas ukur, kertas lakmus dan sebagainya.

1. KonstruksiUmum Instrumen



Gambar 2.5 Contoh Alat Ukur

Perhatikan oleh kamu alat ukur pada gambar disamping ini.Kita telah mengenal apa yang disebut dengan mistar atau penggaris, mistar ini ada yang terbuat dari kayu, ada yang dari pastik,dan yang paling baik terbuat dari besi stainless. Pada salah satu penampang lebar dari mistar tersebut biasanya dicantumkan angka-angka yang menunjukkan skala dari mistar. Dengan mistar ini kita dapat menentukan ukuran panjang sesuatu yang besarnya dapat dari penunjukan skala yang ada pada mistar. Dengan mistar inikita dapat menentukan ukuran panjang sesuatu yang besarnya dapat dibaca langsung dari penunjukan skala yang ada pada mistar. Dengan demikian mistar yang digunakan untuk mengukur panjang tersebut dapat dinamakan sebagai alat ukur. Tidak berlebihan kalau dikatakan bahwa mistar merupakan alat ukur yang paling sederhana bila ditinjau adanya satuan dasar.

Dalam metrologi industri, benda-benda yang diukur tidaklah sesederhana kalau dibandingkan dengan pengukuran sebuah balok kayu yang meliputi panjang, lebar dan tinggi. Geometri benda ukur biasanya begitu komplek sehingga dalam pengukuran diperlukan kombinasi cara dan bentuk pengukuran yang bermacam-macam. Dengan demikian diperlukan juga bermacam-macam alat ukur yang memiliki karakteristik sendiri-sendiri. Karakteristik dari alat-alat ukur

inilah yang menyebabkan adanya perbedaan antara alat ukur yang satu dengan alat ukur lainnya. Karakteristik ini biasanya menyangkut pada konstruksi dan cara kerjanya.

Secara garis besar, sebuah alat ukur mempunyai tiga komponen utama yaitu sensor, pengubah dan pencatat/penunjuk.

a. Sensor atau Peraba

Sensor merupakan bagian dari alat ukur yang menghubungkan alat ukur dengan benda atau obyek ukur. Sensor bagian yang merasakan adanya sinyal yang harus diukur atau bagian yang berhubungan langsung dengan benda ukurnya.Atau dengan kata lain sensor merupakan peraba dari alat ukur. Sebagai peraba dari alat ukur, maka sensor ini akan kontak langsung dengan benda ukur. Contoh dari sensor ini antara lain yaitu: kedua ujung dari mikrometer, kedua lengan jangka sorong, ujung dari jam ukur, jarum dari alat ukur kekasaran. Contoh sensor tersebut termasuk dalam kategori sensor mekanis. Pada alat-alat ukur optik sensor dimiliki pada sistem lensanya. Ada juga sensor lain yaitu sensor pneumatis yang banyak terdapat dalam alatukur yang prinsip kerjanya secara pneumatis.

Ada dua jenis sensor, yaitu kontak dan non kontak. Sensor kontak banyak digunakan pada prinsip alat ukur mekanik dan elektrik, sedang sensor non kontak pada prinsip optik dan pneumatik. Contoh sensor pada mikrometer adalah kedua permukaan ukur yang menjepit benda ukur, pada dial indikator terletak pada ujung tangkai batang ukurnya.

b. Pengubah (Tranduser)

Bila sensor tadi merupakan bagian alat ukur yang menyentuh langsung benda ukur,maka bagian manakah dari alat ukur tersebut yang akan memberi arti dari pengukuran yang dilakukan. Sebab, tanpa adanya bagian khusus dari alat ukur yang meneruskan apa yang diterima oleh sensor maka si pengukurpun tidak memperoleh informasi apa-apa dari benda ukur. Ada satu bagian dari alat ukur yang sangat penting yang berfungsi sebagai penerus, pengubah atau pengolah semua isyarat yang diterima oleh sensor,

yaitu yang disebut dengan pengubah (tranduser). Dengan adanya pengubah inilah semua isyarat dari sensor diteruskan ke bagian lain yaitu penunjuk/pencatat yang terlebih dahulu di ubah datanya oleh bagian pengubah. Dengan demikian pengubah ini mempunyai fungsi untuk memperkuat/memperjelas dan memperbesar perbedaan yang kecil dari dimensibenda ukur yang merupakan sinyal yang diterima dari sensor dan mengirim hasil ke penunjuk atau indikator/rekorder maupun kontroler.Pada tranduser sinyal dirubah dengan besaran lain, misalnya system mekanik menjadi elektrik kemudian diubah kembali menjadi sistem mekanik Jadi prinsip kerja dari alat ukur tergantung dari pengubahnya, yang dapat dibedakan menjadi beberapa prinsip kerja, yaitu :

1) Sistem mekanik
2) Sistem elektrik
3) Sistem optik
4) Sistem pneumatik
5) Sistem gabungan diantara tersebut diatas, diantaranya: sistem optomekanik, sistem optoelektronik, sistem mekatronik

Contoh tranduser pada mikrometer berupa sistem ulir presisi, pada dial indikator berupa sistem rodagigi yang dapat mengubah dari gerakan linier menjadi gerakan berputar pada indikatornya.

c. Penunjuk atau Pencatat

Hampir semua alat ukur mempunyai bagian yang disebut dengan penunjuk atau pencatat kecuali beberapa alat ukur batas atau standar. Dari bagian penunjuk inilah dapat dibaca atau diketahui besarnya harga hasil pengukuran.Penunjuk atau indikator berfungsi untuk menayangkan data ukur yang berupa garis-garis skala pada mikrometer atau jarum yang bergerak melingkar dengan menunjuk skala ukur yang melingkar juga. Rekorder dapat mencatat data ukur dalam bentuk numerik atau grafik, sedangkan kontroler berfungsi untuk mengendalikan besarnya nilai obyek yang diukur sesuai dengan nilai ukur yang dikehendaki. Tidak semua alat ukur dilengkapi dengan rekorder dan

atau kontroler, namun untuk alat-alat ukur yang modern yang dilengkapi dengan pembacaan digital sering dilengkapi dengan pengolah data secara statistik (SPC – statistic process control). Komponen pengolah data ini sangat membantu khususnya bagi mereka yang bekerja dibagian pengendalian mutu produk yang dibuat secara massa (*mass product*). Setiap dimensi dilakukan pengukuran beberapa kali, langsung data-data tersebut dapat diolah, sehingga operator dapat memperoleh informasi tentang harga rata-rata, simpangan baku dan parameter statistik lainnya termasuk penayangan histogram, diagram x-R dan data lainnya yang dibutuhkan.

Dengan demikan secara umum, penunjuk/pencatat ini dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu penunjuk yang mempunyai skala dan penunjuk berangka (sistem digital).

2. Jenis Alat Ukur

Geometris obyek ukur mempunyai bentuk yang bermacam-macam, karena itu caranya mengukur pun bisa bermacam-macam. Agar hasil pengukurannya mendapatkan hasil yang paling baik menurut standar yang berlaku maka perlu dipilih dan dibuat alat ukur tepat dan benar.

Eksplorasi



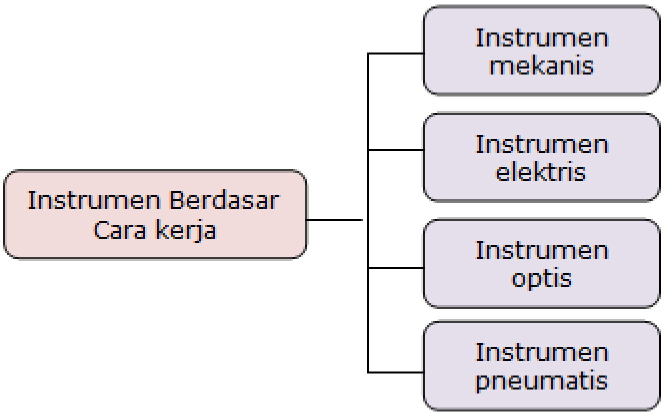
Gambar 2.6 Bermacam Alat ukur

Isilah oleh kamu tabel di bawah ini dengan nama instrumen pada kolom, ceklis pada salahsatu bagian kolom cara kerja sesuai cara kerja instrumenya.

Tabel Jenis Instrumen
Berdasar cara Kerja

No	Nama Instrumen	Cara kerja			
		Mekanis	Elektris	Optis	Pneumatis

Dari identifikasi yang telah kamu lakukan, maka dapat kita kelompokkan instrumen sebagai berikut :



Gambar 2.7 Pengelompokan Instrumen

Selain itu instrumen dapat dikelompokkan sesuai jenis dari benda yang akan diukur, maka instrumen dapat diklasifikasikan menjadi:

1) Instrumen linier, baik alat ukur linier langsung maupun alat ukur linier tak langsung.
2) Instrumen sudut atau kemiringan. Ada alat ukur sudut yang langsung bisa dibaca skala sudutnya ada juga yang harus menggunakan perhitungan secara matematika.
3) Instrumen kedataran.
4) Instrumen untuk mengukur profil atau bentuk.
5) Instrumen ulir.
6) Instrumen roda gigi.
7) Instrumen mengecek kekasaran permukaan.

Instrument dapat juga dikelompokkan melalui disiplin kerja atau besaran fisiknya. diantaranya:

a. alat ukur dimensi: mistar, jangka sorong, mikrometer, bilah sudut, balok ukur, *profile proyector, universal measurung machine.*
b. alat ukur massa : timbangan,comparator elektronik,weight set dst
c. alat ukur mekanik; tachometer, torquemeter, stroboscope
d. alat ukur fisik : gelas ukur, densitometer, visosimeter, flowmeter .
e. alat ukur listrik: voltmeter, amperemeter, jembatan Wheatstone
f. alat ukur suhu: termometer gelas, PRT

g. alat ukur optik: luxmeter,fotometer, spectrometer

Jika diklasifikasikan berdasar cara melakukan pengukuran, instrumen dikelompokkan menjadi; alat ukur langsung, alat ukur tak langsung, alat ukur kaliber batas, dan alat ukur bentuk standar.

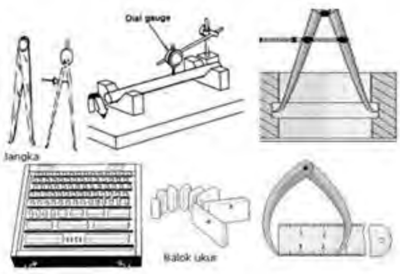
1) Alat ukur langsung.



Gambar 2.8 Alat Ukur Langsung

Proses pengukuran yang hasil pengukurannya dapat dibaca langsung pada skala ukur dari alat ukur yang digunakan disebut dengan alat ukur langsung. Misalnya mengukur diameter poros dengan jangka sorong atau mikrometer.

2) Alat Ukur Tak Langsung



Gambar 2.9 Alat Ukur Tidak Langsung

Bila dalam proses pengukuran tidak bisa digunakan satu alat ukursaja dan tidak bisa dibaca langsung hasil pengukurannya pada skala ukurnya. Maka alat ukur yang demikian ini disebut dengan alat ukur tak langsung. Kadang-kadang untuk mengukur satu benda ukur diperlukan dua atau tiga alat ukur, biasanya ada alat ukur standar, alat ukur pembanding dan alat ukur pembantu. Misalnya mengukur ketirusan poros dengan menggunakan senter sinus (*sine center*) yang harus dibantu dengan jam ukur (*dial indikator*) dan blok ukur

3) Alat ukur kaliber batas.


Gambar 2.10 Alat Ukur Kaliber

Kadang-kadang dalam proses pengukuran kita perlu melihat berapa besar ukuran benda yang dibuat melainkan hanya untuk melihat apakah benda yang dibuat masih dalam batas-batas toleransi tertentu. Misalnya saja mengukur diameter lubang. Dengan menggunakan alat ukur jenis kaliber batas dapat ditentukan apakah benda yang dibuat masuk dalam kategori diterima (*Go*) atau masuk dalam kategori dibuang atau ditolak (*NoGo*). Dengan demikian sudah tentu alat yang digunakan untuk pengecekannya adalah kaliber batas *Go* dan *NoGo*. Alat ukur seperti ini disebut alat ukur kaliber batas. Keputusan yang diambil adalah: dimensi yang masih dalam batas toleransi dianggap baik dan dipakai, sedang dimensi yang terletak di luar batas toleransi dianggap jelek. Pengukuran dengan alat ini tepat sekali untuk pengukuran dalam jumlah banyak dan membutuhkan waktu yang cepat.

4) Alat ukur standar.



Gambar 2.11 Alat Standar

Alat ukur ini sifatnya hanya membandingkan bentuk benda yang dibuat dengan bentuk standar yang memang digunakan untuk alat pembanding. Misalnya kita akan mengecek sudut ulir atau roda gigi, mengecek sudut tirus dari poros kronis, mengecek radius dan sebagainya. Alat ukur standar mempunyai harga ukuran tertentu, biasanya digunakan bersama-sama dengan

alat ukur pembanding. Pengukuran dilakukan dengan alat ukur proyeksi. Jadi, disini sifatnya tidak membaca besarnya ukuran tetapi mencocokkan bentuk saja. Misalnya sudut ulir dicek dengan mal ulir atau alat pengecek ulir lainnya.



Gambar 2.12 Alat Ukur Pembanding

5) Alat ukur pembanding,

Alat ukur yang mempunyai skala ukur yang telah dikalibrasi Dipakai sebagai pembanding alat ukur yang lain. Contohya jam ukur (*dial indicator*), pembanding (*comparator*).

3. Sifat UmumAlat Ukur

Bagaimanapun baiknya atau sempurnanya suatu alat ukur tentu ada kekurangan-kekurangannya. Karena memang disadari bahwa alat ukur adalah buatan manusia. Kesempurnaan buatan manusia ada batasnya. Oleh karena itu, bila ada kekurang tepatan dari alat ukur harus kita maklumi karena hal itu memang merupakan sifat dari alat ukur. Untuk itu perlu juga dipelajari masalah sifat-sifat dari alat ukur. Dalam istilah keteknikan ada beberapa sifat dari alat ukur yang perlu diketahui yaitu: rantai kalibrasi, kepekaan, kemudahan baca, histerisis, kepasifan, kestabilan nol dan pengambangan.

a. Rantai Kalibrasi.

Kadang-kadang alat-alat ukur yang habis dipakai harus dicek kembali ketepatannya dengan membandingkannya pada alat ukur standar. Proses seperti ini biasa disebut dengan istilah kalibrasi. Kalibrasi adalah mencocokkan harga-harga yang ada pada skala ukur dengan harga-harga standar atau harga sebenarnya. Sebetulnya,

kalibrasi ini tidak saja dilakukan pada alat-alat ukur yang sudah lama atau habis dipakai, tetapi juga untuk alat-alat ukur yang baru dibuat. Pemeriksaan alat-alat ukur standar panjang dapat dilakukan melalui rangkaian sebagai berikut:

Tingkat 1: Pada tingkat ini kalibrasi untuk alat ukur kerja dengan alat ukur standar kerja.

Tingkat 2:Pada tingkatan yang kedua, kalibrasi dilakukan untuk alat ukur standar kerja terhadap alat ukur standar.

Tingkat 3:Pada tingkat yang ketiga, dilakukan kalibrasi alat ukur standar dengan alat ukur standar yang mempunyai tingkatan yang lebih tinggi, misalnya standar nasional.

Tingkat4:Pada tingkat terakhir ini, dilakukan kalibrasi standar nasional dengan standar meter internasional.

Dengan urut-urutan kalibrasi di atas maka dapat dijamin bahwa alat-alat ukur panjang masih tetap tepat dan teliti untuk digunakan dalam bengkel kerja. Di samping itu, dengan adanya rantai kalibrasi di atas dapat dihindari terjadinya pemeriksaan langsung alat ukur standar kerja dengan standar meter internasional.

b. Ketertelusuran (*Traceability*)

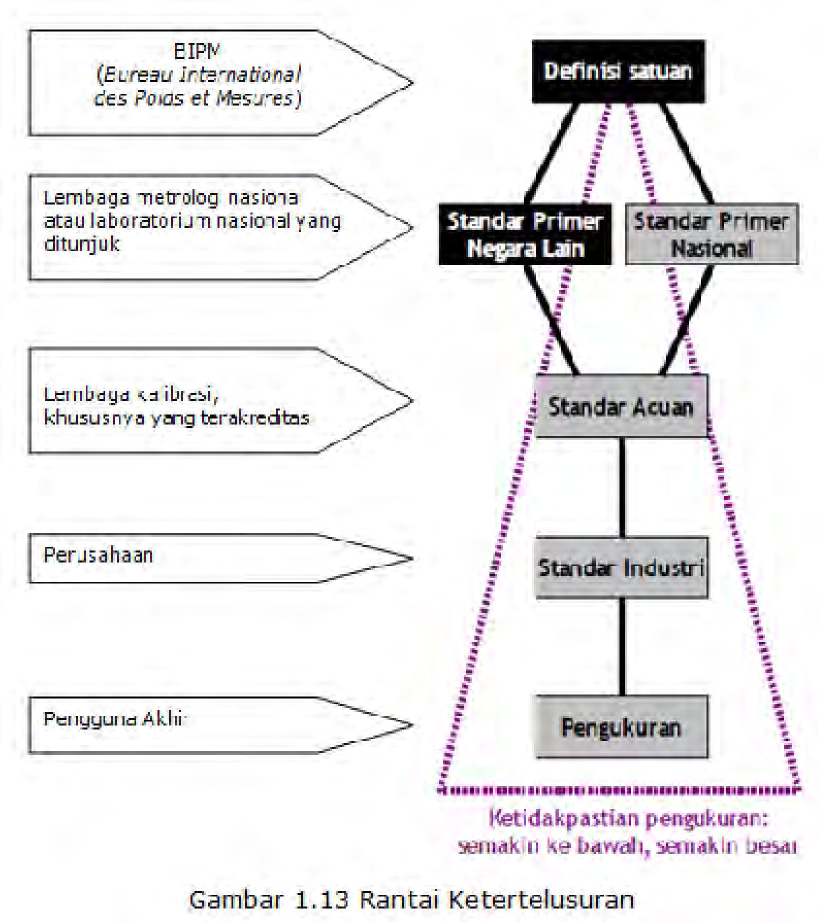
Kemampuan telusur (*traceability*) sangat erat kaitannya dengan kegiatan kalibrasi, yaitu sifat dari alat ukur dan bahan ukur yang dapat menghubungkan ke standar yang lebih tinggi sampai ke standar nasional dan atau internasional yang dapat diterima sebagai system pengukuran melalui suatu mata rantai tertentu. Secara umum semua bahan ukur, alat ukur harus tertelusur ke standar yang lebih tinggi akurasinya, standar-standar yang dipakai sebagi acuan adalah sbb:

1. Standar Kerja (*Working Standard*) – merupakan pembanding dari alat-alat ukur industri berada di laboratorium kalibrasi industri-industri
2. Standar Acuan (*Reference Standard*) – merupakan pembanding dari standar-standar kerja dan berada di Pusat- pusat Kalibrasi yang terakreditasi (KAN)

3. Standar Nasional (*National Standard*) – merupakan pembanding dari pusat- pusat kalibrasi (JNK). Standar tersebut berada di Puslit KIM-LIPI, Serpong.
4. Standar Internasional (*International Standard*) – merupakan pembanding dari Institusi Metrologi Nasional (NMI) di masing-masing negara yang dikordinasikan secara regional yang berpusat di BIPM, International Intercomparation

Dengan adanya sifat ketertelusuran akan menjamin standar ukuran untuk kelancaran kerja bagi semua pihak dalam menyatukan pengertian teknik antar negara yang mempunyai kepentingan bersama. Khususnya sebagai dasar yang tepat bagi pembuatan komponen dengan sifat mampu tukar

Sebuah rantai ketertelusuran, seperti pada Gambar 2.13, merupakan suatu rantai tak terputus dari beberapa perbandingan, yang masing-masing dinyatakan dengan suatu ketidakpastian. Hal ini untuk memastikan bahwa suatu hasil pengukuran atau nilai dari suatu standar terpaut dengan suatu acuan yang lebih tinggi, dan seterusnya hingga standar primer.



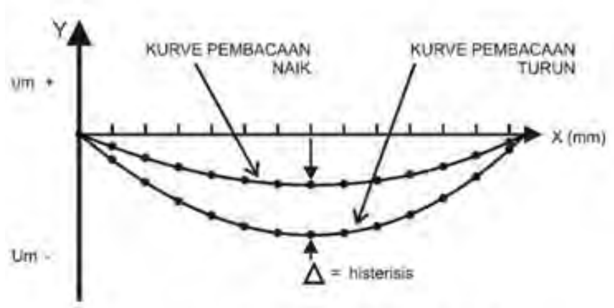
Gambar 2.13 Rantai Ketelusuran

c. Kepekaan (*Sentivity*).

Kepekaan alat ukur menyangkut masalah kemampuan dari alat ukur untuk memonitor perbedaan yang kecil dari harga-harga yang diukur. Kepekaan suatu alat ukur berkaitan erat dengan sistem mekanisme dari pengubahnya. Makin teliti sistem pengubah mengolah isyarat dari sensor maka makin peka pula alat ukurnya.

d. Kemudahan Baca (*Readability*)

Kalau kepekaan berkaitan erat dengan sistem pengubah maka kemudahan baca berkaitan erat dengan sistem skala yang dibuat. Jadi, kemampuan alat ukur untuk menunjukkan harga yang jelas pada skala ukurnya dapat diartikan sebagai kemudahan baca alat ukur tersebut.



Gambar 2.14 Histerisis

Disini, pembuatan skala nonius dengan sistem yang lebih terinci memegang peranan penting dalam masalah kemudahan baca. Akhir-akhir ini sistem penunjuk digital secara elektronis banyak digunakan dalam rangka mencari kemudahan baca yang tinggi.

Perbedaan tersebut timbul karena pada waktu poros jam ukur bergerak ke atas banyak gaya-gaya yang harus dilawannya seperti gaya pegas dan gaya gesek, pada waktu poros jam ukur turun gaya pegas malah mendorongnya tetapi gaya gesekan harus dilawannya. Kita lihat garis grafik waktu naik berbeda dengan garis grafik waktu turun. Seharusnya garis grafik waktu turun dan garis grafik waktu naik dapat berimpit walaupun kesalahan pengukuran dapat terjadi. Untuk menghindari histerisis maka gesekan poros dengan bantalannya harus dibuat seminimum mungkin. Kalaupun ada pengaruh histerisis, pengaruh ini dapat dikurangi dengan jalan membuat tinggi susunan blok ukur kira-kira sama dengan tinggi benda ukur, sehingga dengan demikian perbedaan ukuran yang ditunjukkan oleh jam ukur adalah relatif kecil.

e. Kepasifan

Kadang-kadang sewaktu dilakukan pengukuran terjadi pula bahwa jarum penunjuk skala tidak bergerak sama sekali pada waktu terjadi perbedaan harga yang kecil. Atau dapat dikatakan isyarat yang kecil dari sensor alat ukur tidak menimbulkan perubahan sama sekali pada jarum penunjuknya. Keadaan yang demikian inilah yang sering disebut dengan kepasifan atau kelambatan gerak alat ukur. Untuk alat-alat ukur mekanis kalaupun terjadi kepasifan atau kelambatan gerak jarum penunjuknya mungkin disebabkan oleh pengaruh pegas yang sifat elastisnya kurang sempurnya. Pada alat ukur pneumatis juga sering terjadi kepasifan ini misalnya lambatnya reaksi dari barometer padahal sudah terjadi perubahan tekanan udara. Hal ini disebabkan volume udaranya terlalu besar akibat dari terlalu panjangnya pipa penghubung sensor dengan ruang perantara.

f. Pergeseran (*Shifting*)

Pergeseran adalah penyimpangan yang terjadi dari harga-harga yang ditunjukkan pada skala atau yang tercatat pada kertas grafik padahal sensor tidak melakukan perubahan apa-apa. Kejadian seperti ini sering disebut dengan istilah pergeseran, banyak terjadi pada alat-alat ukur elektris yang komponen-komponennya sudah tua.

g. Pengambangan *(Floating*)

Kadang-kadang terjadi pula jarum penunjuk dari alat ukur yang digunakan posisinya berubah-ubah. Atau kalau penunjuknya dengan sistem digital angka paling kanan atau angka terakhir berubah-ubah. Kejadian seperti ini dinamakan pengambangan. Kepekaan dari alat ukur akan membuat perubahan kecil dari sensor diperbesar oleh pengubah. Makin peka alat ukur makin besar pula kemungkinan terjadinya pengambangan. Untuk itu, bila menggunakan alat ukurdihindari adanya kotoran atau getaran, juga harus digunakan metode pengukuran yang secermat mungkin.

h. Kestabilan Nol (*Zero Stability*)

Pada waktu mengukur dengan jam ukur, kemudian secara tiba-tiba diambil benda ukurnya, maka seharusnya jarum penunjuk kembali pada posisi nol semula. Akan tetapi, sering terjadi bahwa jarum penunjuknya tidak kembali ke posisi nol. Keadaan ini disebut dengan kestabilan nol yang tidak baik. Salah satu penyebab tidak kembalinya pada posisi nol adalah adanya keausan pada sistem penggerak jarum penunjuk. Dengan demikian jelaslah bahwa banyak sekali hal-hal yang dapat menimbulkan penyimpangan dalam pengukuran yang salah satunya disebabkan oleh sifat-sifat dari alat ukur itu sendiri. Oleh karena itu, untuk mengurangi banyaknya penyimpangan perlu dilakukan pengecekan alat- alat ukur, baik yang belum digunakan lebih-lebih lagi untuk alat-alat ukur yang sering digunakan. Jadi, kalibrasi alat ukur memang sangat diperlukan, disamping untuk mengecek sifat-sifat dari alat ukur. Kalau hal yang

demikian ini dilakukan secara rutin maka penyimpangan pengukuran yang timbul dari alat ukur bisa dikurangi menjadi sekecil mungkin.

4. SumberKesalahan Pada Pengukuran

Dalam proses pengukuran paling tidak ada tiga faktor yang terlibat yaitu alat ukur, benda ukur dan orang yang melakukan pengukuran. Hasil pengukuran tidak mungkin mencapai kebenaran yang absolut karena keterbatasan dari bermacam faktor. Yang diperoleh dari pengukuran adanya hasil yang dianggap paling mendekati dengan harga geometris obyek ukur. Meskipun hasil pengukuran itu merupakan hasil yang dianggap benar, masih juga terjadi penyimpangan hasil pengukuran. Masih ada faktor lain lagi yang juga sering menimbulkan penyimpangan pengukuran yaitu lingkungan yang kurang tepat.

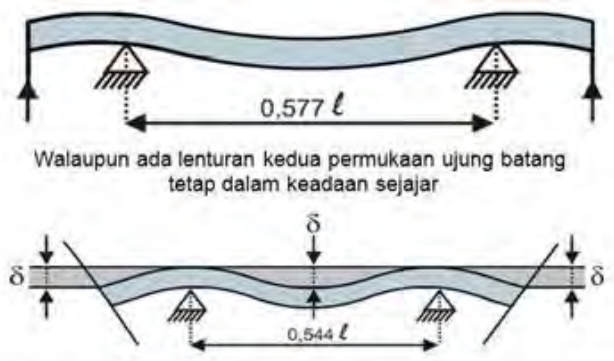
a. Kesalahan pengukuran karena alat ukur

Di muka telah disinggung adanya bermacam-macam sifat alat ukur. Kalau sifat-sifat yang merugikan ini tidak diperhatikan tentu akan menimbulkan banyak kesalahan dalam pengukuran. Oleh karena itu, untuk mengurangi terjadinya penyimpangan pengukuran sampai seminimal mungkin maka alat ukur yang akan dipakai harus di kalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi ini diperlukan disamping untuk mengecek kebenaran skala ukurnya juga untuk menghindari sifat-sifat yang merugikan dari ala tukur, seperti kestabilan nol, kepasifan, pengambangan, dan sebagainya.

b. Kesalahan pengukuan karena benda ukur

Tidak semua benda ukur berbentuk pejal yang terbuat dari besi, seperti rol atau bola baja, balok dan sebagainya. Kadang-kadang benda ukur terbuat dari bahan alumunium, misalnya kotak-kotak kecil, silinder, dan sebagainya. Benda ukur seperti ini mempunyai sifat elastis, artinya bila ada beban atau tekanan dikenakan pada

benda tersebut maka akan terjadi perubahan bentuk. Bila tidak hati-hati dalam mengukur benda-benda ukur yang bersifat elastis maka penyimpangan hasil pengukuran pasti akan terjadi. Oleh karena itu, tekanan kontak dari sensor alat ukur harus diperkirakan besarnya. Di samping benda ukur yang elastis, benda ukur tidak elastis pun tidak menimbulkan penyimpangan pengukuran misalnya batang besi yang mempunyai penampang memanjang dalam ukuran yang sama, seperti pelat besi, poros-poros yang relatif panjang dan sebagainya. Batang-batang seperti ini bila diletakkan di atas dua tumpuan akan terjadi lenturan akibat berat batang sendiri. Untuk mengatasi hal itu biasanya jarak tumpuan ditentukan sedemikian rupa sehingga diperoleh kedua ujungnya tetap sejajar. Jarak tumpuan yang terbaik adalah 0.577 kali panjang batang dan juga yang jaraknya 0.544 kali panjang batang. Gambar 2.15 menunjukkan letak tumpuan yang seharusnya dipasang. Titik tumpuan ini biasanya disebut dengan Titik Airy (*Airypoint*).



Gambar 2.15 Kesalahan Pengukuran Karena Benda Ukur

Kadang-kadang diperlukan juga penjepit untuk memegang benda ukur agar posisinya mudah untuk diukur. Pemasangan penjepit ini pun harus diperhatikan betul-betul agar pengaruhnya terhadap benda kerja tidak menimbulkan perubahan bentuk sehingga bisa menimbulkan penyimpangan pengukuran.

c. Kesalahan karena faktor operator

Bagaimanapun presisinya alat ukur yang digunakan tetapi masih juga didapatkan adanya penyimpangan pengukuran, walaupun perubahan bentuk dari benda ukur sudah dihindari. Hal ini kebanyakan disebabkan oleh faktor manusia yang melakukan pengukuran. Manusia memang mempunyai sifat-sifat tersendiri dan juga mempunyai keterbatasan. Sulit diperoleh hasil yang sama dari dua orang yang melakukan pengukuran walaupun kondisi alat ukur, benda ukur dan situasi pengukurannya dianggap sama. Kesalahan pengukuran dari faktor manusia ini dapat dibedakan antara lain sebagai berikut: kesalahan karena kondisi manusia, kesalahan karena metode yang digunakan, kesalahan karena pembacaan skala ukur yang digunakan. sedikit mengalami perubahan. Akibatnya, kalau tidak terkontrol tentu hasil pengukurannya juga ada penyimpangan. Atau mungkin juga penglihatan yang sudah kurang jelas walau pakai kaca mata sehingga hasil pembacaan skala ukur juga tidak tepat. Jadi, kondisi yang sehat memang diperlukan sekali untuk melakukan pengukuran, apalagi untuk pengukuran dengan ketelitian tinggi.

Ada beberapa faktor yang harus dimiliki oleh seseorang yang akan melakukan pengukuran yaitu:

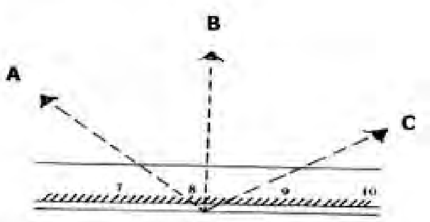
1) Memiliki pengetahuan teori tentang alat ukur yang memadai dan memiliki ketrampilan atau pengalaman dalam praktek pengukuran.
2) Memiliki pengetahuan tentang sumber-sumber yang dapat menimbulkan penyimpangan dalam pengukuran dan sekaligus tahun bagaimana cara mengatasinya.
3) Memiliki kemampuan dalam persoalan pengukuran yang meliputibagaimanamenggunakannya,bagaimana, mengkalibarasi dan bagaimana memeliharanya.

d. Kesalahan Karena Metode Pengukuran yang Digunakan

Alat ukur dalam keadaan baik, badan sehat untuk melakukan pengukuran, tetapi masih juga terjadi penyimpangan pengukuran. Hal ini tentu disebabkan metode pengukuran yang kurang tepat. Kekurang tepatanya metode yang digunakan ini berkaitan dengan

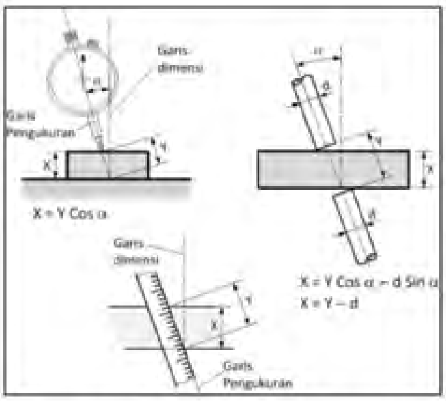
1) Posisi sudut pandang membaca skala ukur

   Perhatikan gambar 2.16 di bawah ini, manakah yang menghasilkan ukuran yang tepat?



Gambar 2.16 Sudut Pandang Pembacaan Alat Ukur

2) Cara memegang dan meletakkan alat ukur pada benda kerja juga akan mempengaruhi ketepatan hasil pengukuran. Misalnya posisi ujung sensor jam ukur, posisi mistar baja, posisi kedua rahang ukur jangka sorong, posisi kedua ujung ukur dari mikrometer, dan sebagainya. Bila posisi alat ukur ini kurang diperhatikan letaknya oleh si pengukur maka tidak bisa dihindari terjadinya penyimpangan dalam pengukuran. Dalam Gambar 2.17 dapat dilihat beberapa contoh posisi alat ukur yang kurang tepat pada waktu melakukan pengukuran.



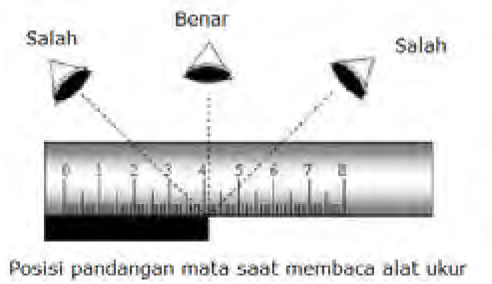
Gambar 2.17 Kesalahan Karena Pengaturan Posisi Alat ukur Tidak Tepat

3) Cara memilih alat ukur dan cara menggunakan atau memegang alat ulur.

Misalnya benda yang akan diukur diameter poros dengan ketelitian 0.01 milimeter. Alat ukur yang digunakan adalah mistar baja dengan ketelitian 0.1 milimeter. Tentu saja hasil pengukurannya tidak mendapatkan dimensi ukuran sampai 0.01 milimeter. Kesalahan ini timbul karena tidak tepatnya memilih alat ukur.

e. Kesalahan Karena Pembacaan Skala Ukur

Faktor manusia sangat menentukan sekali dalam proses pengukuran. Kurang terampilnya seseorang dalam membaca skala ukur dari alat ukur yang sedang digunakan akan mengakibatkan banyak terjadi penyimpangan hasil pengukuran. Kebanyakan yang terjadi karena kesalahan posisi waktu membaca skala ukur. Kesalahan ini sering disebut, dengan istilah *paralaks*.



Gambar 2.18 Posisi Membaca Skala

f. Kesalahan karena faktor lingkungan

Ruang laboratorium pengukuran atau ruang-ruang lainnya yang digunakan untuk pengukuran harus bersih, terang dan teratur rapi letak peralatan ukurnya. Ruang pengukuran yang banyak debu atau kotoran lainnya sudah tentu dapat menganggu jalannya proses pengukuran. Ruang pengukuran juga harus terang, karena ruang yang kurang terang atau remang-remang dapat mengganggu dalam membaca skala ukur yang hal ini juga bisa menimbulkan penyimpangan hasil pengukuran. Akan tetapi, suhu atau temperatur ruangan pengukur terjaga pada suhu 20°C.

5. Kalibrasi

Kalibrasi di industri dilakukan untuk menjamin ketertelusuran peralatan ukur yang digunakan dalam pengukuran dan pengujian suatu produk industri. Atau menjamin suatu hasil pengukuran, karenanya alat ukur dan bahan ukur yang digunakan dalam proses pengukuran harus dikalibrasi.

Kalibrasi alat ukur merupakan kegiatan untuk mengetahui kebenaran konvensional nilai penunjukkan suatu alat ukur. Kalibrasi alat ukur dilakukan dengan cara membandingkan alat ukur yang diperiksa terhadap standar ukur yang relevan dan diketahui lebih tinggi nilai ukurnya. Tiga alasan penting, mengapa alat ukur perlu dikalibrasi

1) Memastikan bahwa penunjukan alat tersebut sesuai dengan hasil pengukuran lain
2) Menentukan akurasi penunjukan alat.
3) Mengetahui keandalan alat,yaitu alat ukur dapat dipercaya.

Alat kalibrasi yang digunakan harus memiliki karakteristik yang menjamin hasil pengujian, diantaranya:

a. Handal

   Alat uji harus dapat dioperasikan dalam waktu yang cukup lama secara terus menerus tanpa mengalami gangguan dan penurunan kemampuan. Apabila peralatan uji dikendalikan dengan menggunakan sistem kontrol, maka alat uji tersebut harus mempunyai karakteristik yang baik walaupun dioperasikan dalam waktu yang cukup lama.

b. Presisi

   Penujukkan alat uji harus tepat dan mempunyai kesalahan pembacaan yang relatif kecil. Kepresisian peralatan uji mutlak diperlukan untuk pengukuran point to point (melakukan peralatan pada titik-titik ukur tertentu) maupun untuk pengukuran terkontrol dan siklus tertentu dengan slope yang dipersyaratkan (melakukan pengukuran secara kontinyu yang biasanya berupa grafik dengan karakteristik tertentu). Pembenaran penunjukkan hasil ukur alat uji dapat diketahui dengan melihat hasil kalibrasi alat uji tersebut.

Besarnya kesalahan hasil ukur alat uji akan menentukan klasifikasi dari alat uji.

c. Akurasi(*accuracy*)

Untuk memberikan gambaran mengenai kata ketepatan ini dapatdiambil contoh yang sangat sederhana berikut ini. Misalnya, seseorang menembak satu sasaran seratus kali dengan pistol dan cara menembak yang identik, ternyata dari seratus kali tembakan tersebut sembilan puluh lima kali diantaranya mengenai sasaran. Dari contoh ini dapat dikatakan bahwa orang tersebut memiliki ketepatan yang tinggi dalam menembak. Demikian pula halnya dengan proses pengukuran. Apabila seseorang melakukan pengukuran terhadap suatu obyek dengan cara berulang- ulang dan diperoleh hasil yang hampir sama dari masing-masing pengukuran bila dibandingkan harga rata-rata pengukuran yang berulang-ulang tersebut, maka dikatakan proses pengukuran itu mempunyai ketepatan yang tinggi. Dasar untuk menentukan apakah ketepatan proses pengukuran itu tinggi atau rendah adalah besarnya kesalahan yang timbul yang dalam hal ini lebih dikenal dengan istilah *"kesalahan rambang".* Jadi, dapat diulangi lagi disini bahwa suatu proses pengukuran dikatakan mempunyai ketepatan yang tinggi apabila pengukuran itu dilakukan secara berulang-ulang dan sama dimana hasil dari masing-masing pengukuran tadi mendekati sama dengan harga rata-rata dari keseluruhan hasil pengukuran tersebut.

d. Ketelitian (*precision*).

Ukuran kemampuan alat ukur untuk memperoleh hasil pengukuran serupa yang dilakukan berulang. Kata teliti dalam dunia keteknikan mempunyai dua arti. Pertama, teliti yang dikaitkan dengan apakah hasil suatu pengukuran persis atau mendekati sama dengan ukuran yang sudah ditentukan. Misalnya, pada tangkai bor biasanya dicantumkan ukuran diameter bor tersebut. Lalu kita ingin mengecek ukuran tersebut dengan

menggunakan mikrometer. Setelah diukur ternyata diperoleh hasil yang sama persis dengan ukuran yang ada pada tangkai bor tersebut. Keadaan seperti ini dinamakan dengan istilah teliti. Kedua, teliti yang dikaitkan dengan proses pengukuran itu sendiri. Misalnya, seseorang mencoba mengecek ukuran diameter bor yang besarnya tertera pada tangkai bor tersebut. Alat yang yang digunakan adalah mistar baja. Setelah diletakkannya pada ujung tangkai bor tersebut kemudian dibaca skalanya, ternyata hasil pembacaan menunjukan bahwa diameter bor tersebut lebih besar tiga skala dari pada mistar baja. Lalu orang yang mengukur tadi berkesimpulan bahwa ukuran yang tercantum pada tangkai bor tersebut adalah salah. Dari contoh ini dapat dikatakan bahwa proses pengukuran tersebut tidak teliti dikarenakan penggunaan alat ukur yang kurang tepat dan mungkin masih di tambah lagi dengan prosedur pengukuran yang tidak tepat pula. Jadi, dari kedua contoh diatas dapat disimpulkan bahwa kata teliti selalu dikaitkan dengan hasil pengukuran yang mengacu pada ukuran benda yang diukur. Makin dekat atau kalau mungkin persis sama antara hasil pengukuran dengan harga dari benda yang diukur, maka hal ini dikatakan semakin teliti atau dengan kata lain ketelitiannya tinggi. Perbedaan antara hasil pengukuran dengan ukuran dari benda ukur biasanya disebut dengan istilah kesalahan sistematis (*systematicerror*). Semakin kecil kesalahan sistematis ini maka proses pengukuran yang dilakukan seseorang semakin teliti.

e. Resolusi.

   Perubahan terkecil hasil ukur yang dapat diberikan sebagai respon suatu instrumen atau alat ukur

f. Sensitifitas.

   Perbandingan antara respon alat ukur dengan perubahan masukan dari variable yang diukur

Untuk diketahui

REGULASI

Peraturan menyangkut masalah metrologi di Indonesia :

1. Undang Undang Republik Indonesia No 2 Tahun 1981 Tentang Metrologi Legal. Undang-undang ini mengatur hal-hal mengenai pembuatan, pengedaran, penjualan, pemakaian dan pemeriksaan alat-alat ukur, takar, timbang dan perlengkapannya.
2. Peraturan Pemerintah (PP) No 2 Tahun 1989 Tentang Standar Nasional untuk Satuan Ukuran yang menjabarkan perihal penetapan, pengurusan, pemeliharaan dan pemakaian Standar Nasional untuk Satuan Ukuran (SNSU) sebagai acuan tertinggi pengukuran yang berlaku di Indonesia.

Renungan dan Refleksi

Alat-alat ukur merupakan kebutuhan manusia yang tidak dapat lepas dari peradaban manusia, berbagai perkembangan teknologi saat ini maju dengan pesat salah satunya adalah peran pengukuran.

Interaksi manusia dengan manusia lainnya yang berkaitan dengan pengukuran adalah perdagangan, baik dalam skala kecil maupun sekal besar. Tidak tepatnya ukuran secara tidak sengaja akan merugikan pihak penjual dan pembeli, hilangnya kepercayaan atau bahkan ditolaknya produk yang telah dibuat. Kecurangan dalam takaran yang disengaja jelas memiliki konsekwensi dalam ranah hukum pidana, bahkan dalam setiap agama, larangan dan ancaman bagi mereka yang mempermainkan timbangan sangatlah jelas. Adalah kejujuran sikap yang harus ditumbuhkan dalam diri setiap siswa, setelah mempelajari materi ini

Tuhan Yang Maha Esa telah menciptakan manusia dengan sempurna, namun manusia tetap memiliki keterbatasan, dalam kaitannya dengan pengukuran manusia tidak dapat melakukan pengukuran dan pembuatan produk dengan tepat dan akurat, karenanya kita mengenal toleransi ukuran. Dengan mempelajari materi metrologi ini juga, ternyata memberikan pembelajaran bagi kita bahwa manusia yang berbeda bangsa, berbeda bahasa dan berbeda adat istiadat mampu dipersatukan dalam satu pemahaman, seperti dengan adanya kesepakatan standardisasi satuan Internasional.

Pada Bab selanjutnya, Kamu akan mempelajari berbagai ciptahan Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan manfaat besar bagi manusia, yaitu materi pengetahuan bahan logam dan non logam. Kiranya dengan mempelajari materi ini Kamu akan lebih menyadari akan karunia Tuhan pada manusia, karenanya sangat logis jika manusia bersyukur dengan berbagai rahmat-Nya.

Rangkuman

Metrologi adalah ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkaitan dengan kegiatan pengukuran, meliputi semua aspek pengukuran praktis dan teoritis, termasuk juga pengukuran dan bidang aplikasinya. Bidang ilmu metrologi dikelompokkan menjadi Metrologi Ilmiah (*Scientificmetrology*), Metrologi Industri (*Industrial metrology)*, dan Metrologi Legal (*Legal metrology*).

Metrologi Industri merupakan bagian dari metrologi industri yang secara khusus mempelajari pengukuran, karakteristik geometris suatu produk/komponen mesin dengan alat dan cara yang tepat sedemikian rupa sehingga hasil pengukuran dianggap sebagai yang paling dekat dengan geometri sesungguhnya dari komponen mesin yang bersangkutan.Untuk dapat menghasilkan benda produksi yang kualitas, sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh konsumen, benda produksi tersebut harus memenuhi kualitas geometris, yaitu kualitas yang berhubungan dengan Ukuran/dimensi *(dimension),* bentuk (*form*), dan kekasaran permukaan *(surface roughness).*

Ukuran, bentuk dan tingkat kekasaran yang sesuai spesifikasi diperoleh dari hasil pengukuran. Berbagai jenis alat ukur atau instrumen dibuat sesuai dengan kebutuhan. Umumnya memiliki bagian utama sensor, pengubah dan pencatat. Agar hasil pengukuran yang diperoleh benar, pada saat proses pengukuran perlu diperhatikan faktor yang mempengaruhi kualitas pengukuran yaitu; obyek ukur, standar ukur, alat ukur, operator dan lingkungan kerjanya.

Alat ukur sebagai alat bantu yang sangat penting dalam proses produksi perlu dipilih dan diperhatikan, khususnya terkait sifat alat ukur yang meliputi; rantai kalibrasi, ketertelusuran, kepekaan, kemudahan baca, kepasifan, pergeseran, kesetabilan nol.

Evaluasi

A. Evaluasi Diri

Penilaian Diri					
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.					
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya mampu mengidentifikasi lingkup kajian metrologi sebagai ilmu yang mempelajari pengukuran secara praktis, teoritis dan aplikasinya dalam kehidupan.				
2	Saya memahami besaran dan sistem satuan yang digunakan dalam pengukuran di dunia Industri.				
3	Saya mampu mengidentifikasi karakteristik alat ukur yang digunakan di dunia industri				
C	**Keterampilan**				
1	Saya dapat mengimplementasikan metrologi dalam kehidupan sehari-hari				

B. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Jelaskan peran penting metrologi dalam kehidupan, khususnya pada kegiatan berikut:
   a. Perkembangan ilmu pengetahuan
   b. Pelaksanaan pekerjaan di industri
   c. Transaksi jual beli seperti sembako, bahan bakar dan kegiatan ekonomi sejenis
2. Berikan contoh kegiatan metrologi ilmiah, metrologi legal dan metrologi industri!
3. Jika diketahui 1 inch = 0,0254 m, lengkapilah tabel konversi berikut ini!

Tabel Konversi	
Inchi	Milimeter
1/16	
1/8	
1/4	
1/2	
1	

Tabel Konversi	
Milimeter	Inch
50	
51	
52	
52	
54	

4. Jelaskan lingkup materi yang dipelajari oleh metrologi industri!
5. Uraikan empat metode pengukuran!
6. Jelaskan keuntungan dari sifat mampu tukar!
7. Buatlah tabel pengelompokkan instrumen berdasar :
   a. Berdasar cara kerja instrumen
   b. Jenis benda yang di ukur
   c. Disiplin kerja atau besaran fisik
   d. Cara melakukan pengukuran
8. Jelaskan manfaat rantai kalibrasi!
9. Uraikan secara singkat delapan sifat umum alat ukur!
10. Apa yang menjadi alasan alat alat ukur harus di kalibrasi?

C. Penerapan

Kerjakanlah soal penerapan di bawah ini!

1. Di dunia usaha, penerapan metrologi dapat kita lihat secara jelas misalnya di tempat pengisian bahan bakar (SPBU), dengan selogan "Pasti Pas".

Berdasar pengetahuan metrologi yang telah kamu pelajari, berikan penjelasan keuantungan dari sisi pengusaha dan konsumen terhadap hal tersebut.



sumber: tattock.com

2. Dalam tempo waktu berkala, Petugas Dinas Perdagangan dan Perindustrian melakukan kegiatan peneraan terhadap timbangan yang digunakan di pasar tradisional.


Sumber: WWW.beritajakarta.com

a. Dari berbagai sumber informasi, jelaskan apa yang dimaksud kegiatan peneraan

b. Apa perbedaan peneraan dan kalibrasi

c. Seandainya pada saat dilakukan pemeriksaan diketahui adanya kecurangan dalam alat ukur/timbangan pedagang, kemudian alat ukur tersebut disita, apa pendapat kamu?

D. Tugas Proyek

Kerjakanlah soal penerapan di bawah ini!

Membandingkan Hasil Pengukuran



Siapkan oleh kamu dua jenis alat ukur, yaitu mistar baja 50 cm dan meteran pita 3 meter. Lakukan pengukuran dengan langkah kerja sebagai berikut:

1. Ukurlah panjang lantai yang dipasangi oleh 6 lantai kramik yang ada di kelas kalian, dengan menggunakan mistar baja.
2. Ulangi pengukuran panjang lantai tadi dengan menggunakan mistar baja,catat hasil pengukurannya.
3. Lakukan pengukuran seperti langkah nomor 1 dan 2 oleh 5 orang temanmu yang lain, catat hasil pengukurannya.
4. Isilah tabel seperti dibawah ini dengan hasil pengukuran yang telah dilakukan.

No	Nama Pelaksana (Yang Mengukur)	Hasil Pengukuran	
		Dengan Meteran Pita	Dengan Mistar Baja
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Diskusikan bersama hasil pengukuran 6 orang dengan 2 alat yang berbeda tersebut. Berdasarkan data yang kalian peroleh :

- Adakah perbedaan hasil pengukuran ?
- Mengapa terjadi perbedaan pengukuran?
- Apa kesimpulan kegiatan yang telah kamu lakukan tersebut?

E. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review dan Penerapan) yang diberikan.
3. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

Rubrik Penilaian

1. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4
2. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)
3. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$
4. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/Kurang Baik
1	0-45	D	

Nama Siswa : ....

KD : 1. Menerapkan prinsip dasar metrologi industri pada pekerjaan mekanik

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. PenilaianPengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Penerapan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Tugas Proyek	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/1)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya		
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **..................................**		

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu



K3

MENERAPKAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

BAB 3

Kata Kunci :

- *Kesehatan Kerja*
- *Keselamatan Kerja*
- *Kecelakaan Kerja*
- *Tempat Kerja*
- *Alat Pelindung Diri*
- *Alat Pelindung Mesin*
- *Ergonomi*
- *Pencegahan Kebakaran*
- *Penanganan Limbah*

Deskripsi

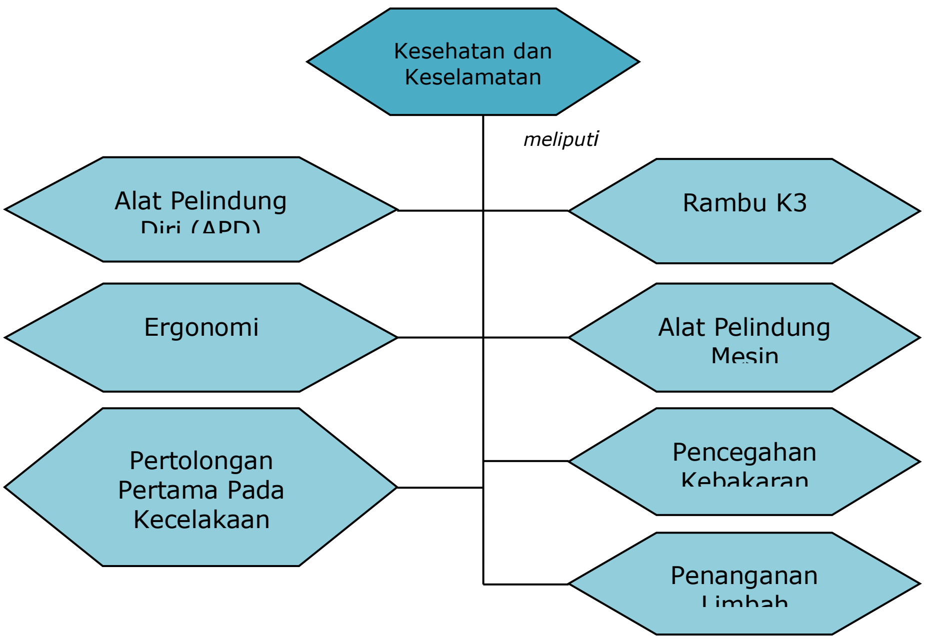
Pada pembelajaran keahlian instrumentasi industri, kamu harus mampu menerapkan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) khususnya pada pembelajaran praktik. Berikut akan kita bahas konsep dan penerapan K3, sehingga kalian mampu untuk menerapkannya pada kegiatan pembelajaran Keahlian Instrumentasi dan menjadi kebiasaan pada saat kamu bekerja dimanapun.

Tujuan Pembelajaran

14. Mampu memilih dan menggunakan alat kesehatan dan keselamatan kerja sesuai jenis pekerjaan

15. Mampu menerapkan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja sesuai standar yang berlaku pada sistem instrumentasi industri

Peta Konsep



Rencana Belajar Siswa

Pada hari ini, ... tanggal ....tahun .... Guru beserta siswa merencanakan pelaksanaan kegiatan belajar sebagaimana tabel di bawah ini

No	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Catatan Perubahan
1	Memahami kesehatan dan keselamatan kerja				
2	Memahami alat pelindung diri				
3	Memahami ergonomi				
4	Memahami pertolongan pertama pada kecelakaan				
5	Memahami rambu K3				
6	Memahami alat pelindung mesin dan area kerja				
7	Memahami pencegahan kebakaran				
8	Memahami penanganan limbah				
9	Mengerjakan evaluasi belajar				

............................., ...

Guru | Orangtua/Wali Siswa | Siswa

.... | .... | ....

Uraian Materi

A. Kesehatan dan Keselamatan kerja (K3)

Eksplorasi



Gambar 3.1 Peristiwa Kecelakaan

Coba kalian amati peristiwa yang terjadi pada gambar 2.1 di atas. Diskusikan dengan temanmu dan simpulkan;

- Apa penyebab perisiwa itu terjadi?
- Kerugian apa yang ditimbulkan?
- Bagaimana pencegahan agar terhindar dari peristiwa tersebut?

Setiap ruangan atau lapangan tertutup maupun terbuka, bergerak atau tetap, dimana tenaga kerja bekerja, atau yang sering digunakan oleh tenaga kerja untuk keperluan suatu usaha membutuhkan usaha preventif dan kuratif, terhadap gangguan kesehatan yang diakibatkan faktor pekerjaan dan lingkungan kerja (kesehatan kerja). Serta usaha mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan saat melakukan pekerjaan (keselamatan kerja).



Diskusikan dan Simpulkan

Kumpulkan informasi dari berbagai sumber dan diskusikan jawaban pertanyaan berikut ini!

3. Apa yang dimaksud tempat kerja?
4. Apa yang dimaksud kesehatan kerja?
5. Apa yang dimaksud keselamatan kerja?
6. Siapakan yang membutuhkan penerapan K3 di tempat kerja?

Dengan demikian kesehatan dan keselamatan kerja perlu direncanakan, dilaksanakan dan dimonitoring, agar pekerja memperoleh derajat kesehatan yang setinggi-tingginya, baik fisik, mental, maupun sosial serta terhindar dari hal-hal yang tidak diinginkan saat bekerja, yang pada akhirnya akan terjaganya produktivitas kerja.

Kecelakaan yang terjadi pada saat melaksanakan pekerjaan di suatu tempat, pada umumnya disebabkan 2 faktor utama. Pertama adalah u*nsafe action* atau perbuatan pekerja yang tidak aman berupa tingkah laku, tindak-tanduk atau perbuatan yang berakibat terjadinya kecelakaan. Kedua faktor *unsafe conditions* atau kondisi berbahaya yang menyebabkan terjadinya kecelakaan, 73% kecelakaan kerja disebabkan dikarenakan perilaku yang tidak aman, 24% dikarenakan lingkungan atau peralatan yang tidak memenuhi syarat dan hanya 3% dikarenakan sebab yang tidak bisa dihindarkan seperti bencana alam.

Kecelakaan kerja banyak menimbulkan kerugian, kerugian ini dapat berupa kerugian langsung (*direct costs*) dapat dihitung secara langsung dari mulai terjadi peristiwa sampai dengan tahap rehabilitasi, seperti; penderitaan tenaga kerja yang mendapat kecelakaan dan keluarganya, biaya pertolongan pertama pada kecelakaan, biaya pengobatan dan perawatan, upah selama tidak mampu bekerja. Kerugian tidak langsung (*indirect costs*) biaya yang dikeluarkan dan meliputi sesuatu yang tidak terlihat pada waktu atau beberapa waktu

setelah terjadinya kecelakaan misalnya; hilangnya waktu kerja dari tenaga kerja yang mendapat kecelakaan, terhentinya proses produksi sementara, kegagalan pencapaian target, kehilangan bonus, dan lain-lain, kerusakan mesin atau peralatan kerja lainnya

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam istilah asing dikenal *Occupational Safety and Health* diterapkan secara menyeluruh sejak perencanaan hingga perolehan hasil dari kegiatan industri barang maupun jasa.

Semua pihak yang terlibat dalam proses industri/perusahaan ikut bertanggung jawab atas keberhasilan usaha K3. Perhatian terhadap K3 sangat penting, tanggal 28 April diperingati sebagai hari Keselamatan dan Kesehatan se-Dunia. Pemerintah Indonesia mewujudkan dukungan terhadap K3 melalui berbagai regulasi, diantaranya:

1. UU No 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja
2. UU No 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan
3. Peraturan Menaker No Per 01/MEN/1981 tentang Kewajiban Melapor Penyakit Akibat Kerja.
4. Keputusan Menaker No Kep 79/MEN/2003 tentang Pedoman Diagnosis dan Penilaian Cacat Karena Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja.
5. KepMenKes No 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.

Kecelakaan kerja diklasifikasikan menjadi 4 golongan, yaitu klasifikasi menurut jenis kecelakaan, seperti; terjatuh, tertimpa benda, tertumbuk, terjepit, gerakan melebihi kemampuan, pengaruh suhu, terkena arus listrik, terkena bahan-bahan berbahaya/radiasi, klasifikasi menurut penyebab kecelakaan, seperti; mesin, alat angkut, peralatan

lain seperti dapur pembakaran atau pemanas, instalasi listrik, bahan-bahan zat kimia atau radiasi, lingkungan kerja misal di ketinggian atau kedalaman tanah. Klasifikasi menurut sifat luka/kelainan seperti; patah tulang, dislokasi (keseleo), regang otot (urat), memar dan luka dalam, luka di permukaan, geger dan remuk, luka bakar, keracunan, pengaruh radiasi. Klasifikasi menurut letak kelainan atau cacat di tubuh, seperti kepala, leher atau anggota badan.

Kecelakaan Kerja dapat dicegah bila kita melakukan beberapa usaha pengendalian sebagaimana digambarkan dalam hirarki kontrol keselamatan kerja berikut.



Gambar 3.2 Prioritas Pelaksanaan K3



Eksplorasi

Di SMK tempat kamu belajar pasti memiliki tempat praktikum berupa bengkel atau laboratorium. Lakukan pengamatan terkait pelaksanaan K3 di bengkel/ laboratorium sekolah pada saat kegiatan praktkum berlangsung. Isilah format dibawah ini sesuai hasil pengamatan kalian. Kemudian diskusikan hasil pengamatan tersebut.

Nama Bengkel/Lab : ....
Tanggal Pengamatan : ....

No	Objek Pengamatan	Bagian Yang Diamati	Hasil Pengamatan
1	Tenaga Kerja (Siswa Praktik)	a. Mengunakan alat keselamatan Kerja; Sepatu kerja	Ya / Tidak
		b. Mengunakan alat keselamatan Kerja; Pakaian praktikum	Ya / Tidak
		c. Mengunakan alat keselamatan Kerja; Sarung tangan	Ya / Tidak
		d. Mengunakan alat keselamatan Kerja; Sarung tangan	Ya / Tidak
		e. Mengunakan alat keselamatan Kerja; kacamata kerja	Ya / Tidak
		f. Mengunakan alat keselamatan Kerja lainnya;(*tuliskan*)	....
		g. Posisi kerja duduk/berdiri dalam waktu yang lama	Ya / Tidak

No	Objek Pengamatan	Bagian Yang Diamati	Hasil Pengamatan
2	Mesin /Perkakas Kerja	a. Menggunakan mesin / perkakas tajam	Ya / Tidak
		b. Menggunakan mesin / perkakas bergerak (berputar/memotong/memukul)	Ya / Tidak
		c. Menggunakan mesin / perkakas yang digerakan/bekerja dengan sumber listrik	Ya / Tidak
		d. Menggunakan mesin / perkakas menghasilkan api / panas	Ya / Tidak
		e. Menggunakan mesin / perkakas menghasilkan cahaya sangat terang	Ya / Tidak

No	Objek Pengamatan	Bagian Yang Diamati	Hasil Pengamatan	
3	Lingkungan Kerja	a. Lingkungan Kerja panas	Ya	Tidak
		b. Lingkungan Kerja berdebu	Ya	Tidak
		c. Ruang kerja ber AC	Ya	Tidak

No	Objek Pengamatan	Bagian Yang Diamati	Hasil Pengamatan
4	Sampah / Limbah hasil produksi	a. Produksi menghasilkan limbah cair, yaitu;	....
		b. Produksi menghasilkan limbah padat, yaitu;	....
		c. Produksi menghasilkan limbah gas, yaitu;	....



Asosiasi

Berdasar pada hasil pengamatan yang telah kalian lakukan di bengkel/laboratorium sekolah, diskusikan dan identifikasi penyebab kecelakaan dan penyebab gangguan kesehatan yang terjadi di bengkel/laboratorium tersebut, kemudian carilah usaha pencegahan terhadap kecelakaan kerja yang mungkin terjadi. Gunakan format berikut sebagai panduan.

Tabel 3.2
Analisis Kecelakaan Kerja

No	Penyebab Kecelakaan	Jens Kecelakaan	Pencegahan Kecelakaan
1	....	....	....
2	....	....	....
3	....	....	....
4	....	....	....
5	....	....	....
6	....	....	....
7	....	....	....
8	....	....	....
9	....	....	....
10	....	....	....

B. Alat Pelindung Diri



Gambar 3.3 Jenis APD

Alat pelindung diri (*Personal Safety Equipment)* digunakan untuk melindungi pekerja dari luka atau penyakit yang diakibatkan oleh adanya kontak dengan bahaya di tempat kerja, baik yang bersifat kimia, biologis, radiasi, fisik, elektrik, mekanik dan lainnya.
Alat pelindung diri mempunyai keterbatasan; daerah yang dilindungi, kemampuan perlindungan, jenis bahaya yang dilindungi, dan waktu pemakaianya. Karenanya pemilihan alat pelindung diri harus didasarkan pada pertimbangan bahwa alat memberikan perlindungan terhadap bahaya yang dihadapi pekerja. memenuhi standar, ukuranya sesuai, bentuk dan warnanya menarik, beratnya seringan mungkin, tidak menimbulkan bahaya tambahan, tidak membatasi gerak sipemakai dan suku cadangnya mudah didapat.

Sebelum memutuskan jenis alat pelindung diri yang harus kita gunakan, lakukan terlebih dahulu identifikasi bahaya (*hazard identification*) dan penilaian resiko (*risk assessment*) dari suatu pekerjaan, proses atau aktifitas. Tinjau ulang setiap aspek dari pekerjaan, agar potensi bahaya bisa kita identifikasi. Berikut ini adalah jenis dari APD:

Regulasi Penerapan APD di Indonesia:
Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia
Nomor :PER.08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri

1. Alat Pelindung Kepala

Bagian tubuh pekerja yang sangat penting mendapat pengamanan adalah kepala. Sumber bahaya pada bagian kepala dapat berupa tertimpa benda jatuh, terbentur benda keras, rambut terlilit benda berputar. APD yang dapat digunakan berupa *helmet*, *bump caps*.

Terdapat 3 jenis alat pelindung kepala, pertama berupa tutup kepala, untuk menjaga kebersihan kepala/rambut, mencegah lilitan rambut dari mesin berputar dan melindungi kepala dari matahari. Kedua alat pelindung kepala berupa tudung kepala berfungsi untuk melindungi kepala dari api, uap korosif, debu dan partikel lainya. Ketiga topi keselamatan (*safety helmet*).

Jenis Safety Helmet



Gambar 3.4 Contoh Pelindung Kepala (*Helmet*)

Kelas A : *Hard hat* yang dirancang untuk melindungi kepala dari benda yang jatuhdan melindungi dari arus listrik sampai 2.200 volt.

Kelas B : *Hard hat* yang dirancang untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh dan melindungi dari arus listrik sampai 20.000 volt.

Kelas C: *Hard hat* yang dirancang melindungi kepala dari benda yang jatuh, tetapi tidak melindungi dari kejutan listrik dan tidak melindungi dari bahan korosif.

Kelas D : *Bump cap* dibuat dari plastik dengan berat yang ringan untuk melindungi kepala dari tabrakan dengan benda yang menonjol. *Bump cap* tidak menggunakan sistem suspensi, tidak melindungi dari benda yang jatuh, dan tidak melindungi dari kejutan listrik. Karenanya *bump cap* tidak boleh digunakan untuk menggantikan *hard hat* tipe apapun.

2. Alat Pelindung Mata Dan Muka

Sumber bahaya bagi mata dan wajah adalah cipratan bahan kimia atau logam cair, debu, katalis *powder*, proyektil, gas, uap dan radiasi. APD dapat digunakan berupa; *safety spectacles, goggle, face shield, welding shield*. Pelindung mata berupa kaca mata dan pelindung muka berupa topeng berfungsi untuk melindungi mata dan muka dari lemparan benda-benda kecil, lemparan benda-benda panas, pengaruh cahaya dan

pengaruh radiasi. Pemilihan jenis pelindung ini harus di sesuaikan dengan pekerjaan yang dilakukan

Kacamata debu berguna melindungi mata dari bahaya debu, bram (tatal) pada saat menggerinda, memahat dan mengebor. Kacamata las berguna melindungi mata dari bahaya sinar yang menyilaukan (kerusakan retina mata) pada saat melaksanakan pengelasan. Kacamata las dapat dibedakan terutama pada kacanya, antara pekerjaan las asetilin dan las listrik. Kacamata las listrik lebih gelap dibandingkan dengan kacamata las asetilin. Selain kacamata las terdapat juga kedok yang lazim disebut helm las atau kacamata las yang dipadukan dengan topi.

Jenis Kaca Las



Gambar 3.5
Macam macam Pelindung Mata/Wajah

Pada pekerjan pengelasan, digunakan kaca gelap dengan klasifikasi berbeda berdasarkan besar arus listrik yang digunakan pada saat melakukan pengelasan.

AMPER	UKURAN PENYARING
Sampai dengan 150 Amper	10
150 – 250 Amper	11
250 – 300 Amper	12
300 – 400 Amper	13
Lebih dari 400 Amper	14

3. Alat Pelindung Telinga

Bagaimana melindungi pendengaran dari kebisingan? Metode untuk mencegah tuli akibat kerja adalah dengan mengurangi kebisingan dari sumbernya. Namun, dalam kondisi kerja tertentu, sangat sedikit atau tidak ada yang bisa dilakukan untuk mengurangi kebisingan pada sumbernya. Jika kebisingan atau tingkat suara di tempat kerja melebihi 85 desibel kita harus memakai (*hearing protection*). Di tempat kerja seperti ini pelindung pendengaran berguna mengurangi jumlah suara mencapai telinga.

Jenis Pelindung Telinga



Gambar 3.6 Pelindung telinga

*Hearing protection*memiliki dua jenis, yaitu sumbat telinga(*ear plug*) dan tutup telinga (*ear muff*). Sumbat telinga yang baik adalah mampu menahan frekuensi tertentu saja, sedangkan frekuensi untuk bicara tidak terganggu, sedangkan kelemahanya adalah tak tepat ukuranya dengan lobang telinga pemakai, terkadang lobang telingah kanan tak sama dengan yang kiri.



Asosiasi

Kalian telah mempelajari alat pelindung pendengaran, perhatikan deskripsi pada tabel berikut, berilah tanda ceklis (√) pada salah satu jenis alat tersebut pada kolon keuntungan atau kerugian :

Tabel 3.3
Keuntungan dan Kerugian Alat Pelindung Telinga

No	Deskripsi	Ear Plugs		Ear Muff	
		Keuntungan	Kerugian	Keuntungan	Kerugian
1	Kecil dan mudah dibawa. Nyaman untuk digunakan dengan peralatan perlindungan pribadi, lebih nyaman dipakai untuk waktu yang lama di tempat yang panas atau lembab. Nyaman untuk digunakan di daerah kerja terbatas				
2	Variabilitas atunuasi antar pengguna sedikit. Dirancang sedemikian rupa sehingga satu ukuran cocok semua ukuran kepala. Mudah terlihat di kejauhan untuk membantu dalam pemantauan penggunaan. Tidak mudah salah tempat atau hilang. Dapat dipakai pada pekerja dengan infeksi telinga ringan				
3	Mmbutuhkan lebih banyak waktu untuk menyesuaikan.Lebih sulit untuk memasukkan dan mengeluarkan. Memerlukan praktik kebersihan yang baik. Dapat mengiritasi saluran telinga. Mudah salah penempatan. Lebih sulit untuk melihat dan memantau penggunaan				
4	Kurang portable dan lebih berat. Kurang nyaman untuk digunakan dengan peralatan pelindung pribadi lainnya. Kurang nyaman di tempat yang panas dan lembab. Kurang nyaman untuk digunakan di daerah kerja terbatas. Dapat terganggu jika memakai kacamata keselamatan.				

4. Alat Pelindung Pernafasan

Pernahkah kamu mendengar pemberitaan di media masa terkait kebakaran hutan di satu wilayah yang berdampak asap yang melebihi abang batas kesehatan? Untuk mencegah terjadinya gangguan kesehatan akibat asap tersebut, masyarakat menggunakan masker sebagai alat pelindung diri.



Gambar 3.7 Asap kebakaran mencemari udara kota



Gambar 3.8 Masker

Masker

Masker umumnya digunakan untuk melindungi lingkungan dari kontaminan dari pengguna, misalnya para pekerja di industri makanan, untuk melindungi makanan dari kontaminasi air ludah pekerja. Masker memiliki fungsi terbatas dan tidak menutupi kewajah, sehingga tidak bisa melindungi pemakai dengan baik pada pekerjaan tertentu.

Ditempat- tempat tertentu dari bagian bengkel, udara sering dikotori terutama akibat kimiawi, akibat gas yang terjadi, akibat semprotan cairan, akibat debu dan partikel lainnya yang lebih kecil. Misalnya pengotoran pada pernafasan akibat debu kasar dari gerinda, kabut dari proses pengecatan, asap yang timbul ketika pahat sedang digerinda dan asap ketika mengelas adalah salah satu contoh pengotoran udara yang terjadi. Pemakaian alat pelindung pernafasan ditentukan oleh jenis bahaya pengotoran udara. Alat yang digunakan untuk perlindungan

pernapasan terhadap udara yang terkontaminasi debu/embun cairan berracun yang berukuran 0,5 mikron digunakan r*espirator*.

PERLU DIKETAHUI

Kekurangan oksigen diudara dapat berdampak fatal bagi manusia, berikut pengaruh kekurangan kadar oksigen pada manusia:

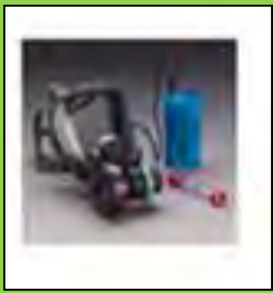
21 %	Konsentrasi normal oxigen di udara
15 % - 19 %	Penurunan kemampuan untuk bekerja, bagi yang memiliki gangguan paru mulai sesak nafas.
12 % - 14 %	Proses pernafasan mulai berat, laju nafas mulai naik, mulai terjadi gangguan kordinasi otot dan mental
10 % - 12 %	Laju pernafasan makin cepat dan dalam, penglihatan mulai buruk, bibir mulai biru.
8 % - 10 %	Mual, pucat, bibir biru, muntah, tidak mampu bergerak, pingsan.
8 % - 6 %	6 menit kemungkinan 50% meninggal. 8 menit kemungkinan 100% meninggal
6 % - 4 %	Koma dalam 40 detik, kejang, pernafasan terhenti, dan meninggal

Jenis Respirator

1. *Nonpower Air Purifying Respirator* (NAPR)



NAPR adalah pemurni udara dari kontaminan dan hanya dapat digunakan pada atmosfer yang mengandung oksigen minimal 19.5%. NAPR memurnikan udara yang terkontaminasi oleh partikel, aerosol, uap dan gas sebelum udara tersebut masuk kedalam sistem pernapasan.



2. *Powered Air-Purifying Respirator* (PAPR)

PAPR adalah respirator pemurni udara dengan menggunakan pompa udara untuk mendorong atau menarik udara menuju respirator atau penyaring. Umumnya pompa atau blower udara tersebut menggunakan baterai.

3. *Supplied-Air Respirator* (SAR)



SAR merupakan respirator dengan sistem pemberian udara segar dari luar area yang terkontaminasi, supply udara menggunakan selang dari tanki penyimpanan udara. SAR tidak memiliki filter kontaminan udara ataupun *catridge*. Jadi kualitas udara yang disuplai sangat tergantung dari udara luar sumber penyimpan udara eksternal.

4. Self Contained Breathing Apparatus (SCBA)

Self Contained Breathing Apparatus atau dikenal dengan SCBA adalah alat bantu atau pernapasan untuk waktu tertentu sesuai dengan jumlah oksigen yang tersedia pada alat tersebut. SCBA menyimpan udara (oksigen) terkompresi, terkompresi atau oksigen cair atau bahan kimia yang menghasilkan oksigen. Alat ini tidak memerlukan pasokan udara dari tempat lain atau dari luar. SCBA diklasifikasikan sebagai *open-circuit* atau *closed circuit devices*. Dalam rangkaian terbuka (*open circuit*) aliran pernapasan dibuang keluar atau ke atmosfer. Dan dalam rangkaian tertutup (*closed circuit*) aliran pernapasan disimpan didalam respirator untuk selanjutnya ditangkap CO2 dan moisture yang ada dan direkondisi dengan oksigen segar.



Gambar 3.9 Macam macam *respirator*

5. Alat Pelindung Badan

Badan dan anggota badan seperti lengan dan kaki harus terlindung dari sumber bahaya pada saat bekerja. Sumber bahaya tersebut dapat berupa temperatur ekstrim, cuaca buruk, cipratan bahan kimia atau logam cair, semburan dari tekanan yang bocor, penetrasi benda tajam, benda kerja terkontaminasi, sengatan listrik, bahan kimia, dan infeksi kulit, lantai licin, lantai basah. Guna melindungi badan dapat digunakan pakaian khusus sesuai jenis pekerjaan seperti *boiler suits*, *chemical suits*, *vest*, *apron*, *full body suit*, *jacket*. Sedangkan untuk anggota badan dapat menggunakan sarung tangan (*gloves*), *armlets, mitts, safety shoes, safety boots, legging, spat* yang memiliki beragam jenis bahan disesuaikan dengan jenis pekerjaan yang dilakukan.



Gambar 3.10 Macam macam pakaian kerja

Pakaian kerja harus mempunyai warna yang kontras dengan lingkungan untuk memastikan bahwa para pekerja terlihat dengan jelas. Pakaian dibuat dari bahan yang menjaga badan pekerja tetap kering dan berada pada temperatur yang nyaman. Untuk bekerja di daerah yang beriklim panas dan kering, pakaian yang sesuai harus digunakan untuk

menghindari radiasi panas yang berlebihan dan memudahkan pengeluaran keringat. Pemilihan pakaian pelindung harus sesuai dengan kondisi kerja yang dilaksanakan, seperti adanya resiko radiasi UV, temperatur panas, potensi bahaya biologis, bekerja di tempat gelap.



Apron

Apron

Ketentuan memakai sebuah apron pelindung harus dibiasakan diluar baju kerja. Apron kulit dipakai untuk perlindungan dari rambatan panas nyala api.



Rompi

Rompi (*Safety Vest*)

Pengaman untuk bekerja pada malam hari/kondisi gelap , sehingga pekerja dapat terlihat orang lain.

Jenis Sarung Tangan



Sarung tangan kain, digunakan untuk memperkuat pegangan. Hendaknya dibiasakan bila memegang benda yang berminyak, bagian-bagian mesin atau bahan logam lainnya



Sarung tangan asbes, digunakan terutama untuk melindungi tangan terhadap bahaya pembakaran api. Sarung tangan ini digunakan bila setiap memegang benda yang panas, seperti pada pekerjaan mengelas dan pekerjaan menempa (pande besi).



Sarung tangan kulit, digunakan untuk memberi perlindungan dari ketajaman sudut pada pekerjaan pengecoran. Perlengkapan ini dipakai pada saat harus mengangkat atau memegang bahan.



Sarung tangan karet, digunakan pada pekerjaan pelapisan logam seperti pernikel, perkhrom dsb. Sarung tangan menjaga tangan dari bahaya pembakaran asam atau melindungi dari kepedasan cairan pada bak atau panic dimana pekerjaan tersebut berlangsung.

Gambar 3.11 Alat pelindung badan dan anggota

Jenis Sepatu Kerja



Pelindung kaki berupa sepatu dan sepatu boot, seperti terlihat pada gambar terdapat beberapa jenis, yaitu:

a) *Steel toe*, sepatu yang didesain untuk melindungi jari kaki dari kejatuhan benda
b) Metatarsal, sepatu yang didesain khusus melindungi seluruh kaki dari bagian tuas sampai jari
c) *Reinforced sole*, sepatu ini didesain dengan bahan penguat dari besi yang akan melindungi dari tusukan pada kaki
d) *Latex/Rubber*, sepatu yang tahan terhadap bahan kimia dan memberikan daya cengkeram yang lebih kuat pada permukaan yang licin.
e) PVC boots, sepatu yang melindungi dari lembab dan membantu berjalan di tempat becek
f) *Vinyl boots*, sepatu yang tahan larutan kimia, asam, alkali, garam, air dan darah
g) *Nitrile boots*, sepatu yang tahan terhadap lemak hewan, oli, dan bahan kimia

Gambar 3.12 Sepatu kerja

6. Alat Pelindung Tenggelam



Gambar 3.13 Pelindung tenggelam

Pekerjaan atau kegiatan di perairan ditempat genangan air seperti kolam, sungai, danau, laut hendaknya menggunakan alat ini. Jaket pelampung seperti gambar harus dipakai oleh petugas yang bekerja dimana penggunaan tali pinggang tidak dilakukan.

7. Alat Pelindung Jatuh

Beberapa jenis pekerjaan dilakukan di tempat ketinggian, alat pelindung jatuh perorangan digunakan untuk membatasi gerak pekerja agar tidak masuk ke tempat yang mempunyai potensi jatuh atau menjaga pekerja berada pada posisi kerja yang diinginkan dalam keadaan miring maupun tergantung dan menahan serta membatasi pekerja jatuh sehingga tidak membentur lantai dasar.

Jenis Pelindung Jatuh

1. ***Full Body Hardness***

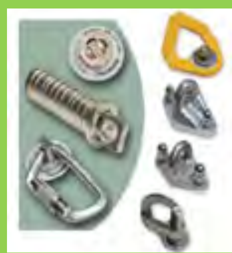


Pakaian penahan Bahaya Jatuh, dirancang untuk menyebarkan tenaga benturan atau goncangan pada saat jatuh melalui pundak, paha dan pantat. Pakaian ini dirancang dengan desain yang nyaman bagi si pemakai dimana pengikat pundak, dada, dan tali paha dapat disesuaikan menurut pemakainya.

2. ***Life Line* (tali kaitan)**
Tali kaitan lentur dengan kekuatan tarik minimum 500 kg yang salah satu ujungnya diikatkan ketempat kaitan dan menggantung secara vertikal, atau diikatkan pada tempat kaitan yang lain untuk digunakan secara horisontal



3. ***Anchor Point* (tempat kaitan)**,
tempat menyangkutkan pengait yang sedikitnya harus mampu menahan 500 kg per pekerja yang menggunakan tempat kaitan tersebut. Tempat kaitan harus dipilih untuk mencegah kemungkinan jatuh. Tempat kaitan, jika memungkinkan harus ditempatkan lebih tinggi dari bahu pemakainya



Jenis Pelindung Jatuh

4. ***Refracting life lines* (Pengencang tali kaitan)**,



komponen yang digunakan untuk mencegah agar tali pengikat tidak terlalu kendor. Tali tersebut akan memanjang dan memendek secara otomatis pada saat pekerja naik maupun pada saat turun

5. ***Lanyard* (Tali pengikat)**,

tali pendek yang lentur atau anyaman tali, digunakan untuk menghubungkan pakaian pelindung jatuh pekerja ke tempat kaitan atau tali kaitan. Panjang tali pengikat tidak boleh melebihi 2 meter dan harus yang kancing pengaitnya dapat mengunci secara otomatis



6. **Jaring pengaman**



Jaring pengaman digunakan dibagian bawah lokasi kerja untuk menjaga kemungkinan kegagalan peralatan pelindung jatuh.

Gambar 3.14 Pelindung Jatuh

Ingat !

!

"Melepaskan APD Saat Bekerja
Merugikan Pekerja Dan Menjadi

Sebagian besar Alat Pelindung Diri menyebabkan ketidaknyamanan bagi pemakainya, terutama bila dipakai untuk jangka lama.

Sekalipun demikian jangan sekali-kali melepaskan APD untuk menghilangkan ketidaknyamanan.



Asosiasi

Memilih Alat Keselamatan Kerja

Perhatikan ilustrasi berikut ini:

Seorang siswa keahlian instrumentasi akan bekerja di bengkel kerja mekanik. Pekerjaan yang akan dilaksanakannya meliputi pekerjaan sebagai berikut :

a. Membuat benda kerja dengan menggunakan mesin las asitelin
b. Membuat benda kerja dengan perkakas tangan; gergaji, palu, gunting plat
c. Menggunakan mesin perkakas tangan ; mesin gerinda tangan

Dari kondisi di atas, pilihlah alat keselamatan kerja (Alat pelindung diri) yang harus digunakan pada saat bekerja dengan las asitelin, menggunakan perkakas tangan dan pada saat menggunakan mesin perkakas tangan.

Berpikir Positif

K3 bertujuan mencegah, mengurangi, bahkan menihilkan risiko kecelakaan kerja (*Zero Accident*). Upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja bukan kegiatan menghabiskan banyak biaya (cost), melainkan investasi yang memberi



C. Ergonomi



Kamu pasti pernah menjalankan aktivitas pekerjaan sehari-hari yang berulang dan waktu yang lama. Apabila posisi kerja salah dan dipaksakan dapat menyebabkan mudah lelah sehingga kerja menjadi kurang efisien dan dalam jangka panjang dapat menyebakan gangguan fisik dan psikologis (*stress*) dengan keluhan yang paling sering adalah nyeri pinggang kerja (*low back pain*).

Agar tidak terjadi gangguan kesehatan atau kecelakaan kerja diperlukan penyerasian antara pekerja, jenis pekerjaan, dan lingkungan tata kerja. Ergonomi merupakan upaya menyerasikan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan tercapainya produktivitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan manusia seoptimal mungkin.

Istilah *"ergonomi"* berasal dari bahasa Latin yaitu *Ergon* (Kerja) dan *Nomos* (Hukum Alam) dapat didefmisikan sebagai aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain/perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja. Penerapan ergonomi meliputi :

1. Sikap tubuh dalam bekerja

Sikap pekerjaan harus selalu diupayakan agar merupakan sikap ergonomis. Sikap yang tidak alamiah harus dihindari dan jika hal ini tidak mungkin dilaksanakan harus diusahakan agar beban statis menjadi sekecil-kecilnya.



Gambar 3.14 Posisi kerja yang salah

2. Pembebanan kerja fisik

Beban fisik yang dibenarkan umumnya tidak melebihi 30-40% kemampuan maksimum seorang pekerja dalam waktu 8 jam sehari. Untuk mengukur kemampuan kerja maksimum digunakan pengukuran denyut nadi yang diusahakan tidak melebihi 30-40 kali per menit di atas denyut nadi sebelum bekerja. Di Indonesia beban fisik untuk mengangkat dan mengangkut yang dilakukan seorang pekerja dianjurkan agar tidak melebihi dari 40 kg setiap kali mengangkat atau mengangkut.

3. Mengangkat dan mengangkut



Gambar 3.15 Posisi Mengangkat benda

Beberapa faktor yang berpengaruh pada proses mengangkat dan mengangkut adalah beratnya beban, intensitas, jarak yang harus ditempuh, lingkungan kerja, ketrampilan dan peralatan yang digunakan. Untuk efisiensi dan kenyamanan kerja perlu dihindari manusia sebagai "alat utama" untuk mengangkat dan mengangkut.

4. Sistem manusia–mesin

Penyesuaian manusia-mesin sangat membantu dalam menciptakan kenyamanan dan efisiensi kerja. Perencanaan sistem ini dimulai sejak tahap awal dengan memperhatikan kelebihan dan keterbatasan manusia dan mesin yang digunakan interaksi manusia-mesin memerlukan beberapa hal khusus yang diperhatikan, misalnya :

1) Adanya informasi yang komunikatif
2) Tombol dan alat pengendali baik
3) Perlu standard pengukuran anthropometri yang sesuai untuk pekerjaannya.

5. Kebutuhan kalori

Konsumsi kalori sangat bervariasi tergantung pada jenis pekerjaan. Semakin berat kegiatan yang dilakukan semakin besar kalori yang diperlukan. Selain itu pekerjaan pria juga membutuhkan kalori yang berbeda dari pekerja wanita. Dalam hal ini perlu diperhatikan juga saat dan frekuensi pemberian kalori pada pekerja.

6. Pengorganisasian kerja

Pengorganisasian kerja berhubungan dengan waktu kerja, saat istirahat, pengaturan waktu kerja gilir (*shift*) dari periode saat bekerja yang disesuaikan dengan irama faal tubuh manusia. Waktu kerja dalam 1 hari antara 6-8 jam. Dengan waktu istirahat ½ jam sesudah 4 jam bekerja. Perlu juga diperhatikan waktu makan dan beribadah. Termasuk juga di dalamnya terciptanya kerjasama antar pekerja dalam melakukan suatu pekerjaan serta pencegahan pekerjaan yang berulang (repetitive)

7. Lingkungan kerja

Dalam peningkatan efisiensi dan produktifitas kerja berbagai faktor lingkungan kerja sangat berpengaruh. Berbagai faktor lingkungan yang berpengaruh misalnya suhu yang nyaman untuk bekerja adalah 24-26^{O}C.

8. Olahraga dan kesegaran jasmani



Gambar 3.16 Olahraga ringan saat bekerja

Kegiatan olahraga dan pembinaan kesegaran jasmani dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas. Oleh karena itu, tes kesehatan sebelum bekerja/tes kesegaran jasmani perlu dilakukan sebagai tahap seleksi karyawan.

9. Musik dan dekorasi

Musik dapat meningkatkan kegairahan dan produktivitas kerja dengan mempertimbangkan jenis, saat, lama dan sifat pekerjaan. Dekorasi dan pengaturan warna dapat memberikan kesan jarak, kejiwaan dan suhu.

10. Kelelahan

Kelelahan adalah mekanisme perlindungan tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut dan memerlukan terjadinya proses pemulihan. Sebab-sebab kelelahan diantaranya adalah monotomi kerja, beban kerja yang berlebihan, lingkungan kerja jelek, gangguan kesehatan dan gizi kurang.

Asosiasi

Perhatikan gambar dibawah ini, diskusikan bersama manakah posisi kerja yang ergonomis. Berikan alasannya!



Gambar 3.17
(a, c) Posisi bekerja tidak baik
(b) Posisi bekerja yang baik

D. Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan

Banyak resiko pekerjaan yang akan terjadi di lapangan, yang dihadapi oleh pekerja. Resiko tersebut mulai dari hal-hal yang kecil seperti anggota tubuh terluka, keracunan bahan kimia dan lain-lain. Kecelakaan kerja terjadi di lokasi jauh dari pelayanan medis, karenanya setiap pekerja harus dibekali kemampuan untuk memberikan pertolongan pertama pada kecelakaan. Pertolongan pertama merupakan perawatan pertama yang diberikan kepada orang yang mendapat kecelakaan atau sakit yang tiba-tiba datang sebelum mendapatkan pertolongan dari tenaga medis dalam kondisi darurat. Pertolongan pertama harus diberikan secara cepat walaupun perawatan selanjutnya tertunda selain itu pertolongan pertama harus tepat sehingga akan meringankan sakit bukan menambah sakit korban.

Hal yang diperhatikan saat melaksanakan pertolongan pertama yaitu :

1. Jangan Panik
2. Jauhkan atau hindarkan korban dari kecelakaan berikutnya
3. memindahkan korban ke lingkungan yang aman dan nyaman, agar mendapatkan pertolongan medis lebih lanjut Perhatikan pernafasan dan denyut jantung korban.
4. Perhatikan tanda-tanda *shock*
5. Jangan memindahkan korban secara terburu-buru.
6. Segera transportasikan korban ke sentral pengobatan.

Beberapa kondisi yang mungkin terjadi, gejala dan penangananya dapat disimak pada uraian berikut:

Pingsan (*Syncope/collapse*) Hilangnya kesadaran sementara, dapat disebabkan otak kekurangan O_2, lapar, terlalu banyak mengeluarkan tenaga, dehidrasi, atau animea.	
Gejala	**Penanganan**
• Perasaan limbung • Pandangan berkunang-kunang • Telinga berdenging • Nafas tidak teratur • Muka pucat • Biji mata melebar • Lemas • Keringat dingin • Menguap berlebihan • Tak respon (beberapa menit) • Denyut nadi lambat	• Baringkan korban dalam posisi terlentang • Tinggikan tungkai melebihi tinggi jantung • Longgarkan pakaian yang mengikat dan hilangkan barang yang menghambat pernafasan • Beri udara segar • Periksa kemungkinan cedera lain • Selimuti korban • Korban diistirahatkan beberapa saat • Bila tak segera sadar, periksa nafas dan nadi, posisi stabil kemudian rujuk ke instansi ke sehatan

Luka Keadaan terputus nya kontinuitas jaringan secara tiba-tiba karena kekerasan/*injury*.	
Gejala	**Penanganan**
• Terbukanya kulit • Pendarahan • Rasa nyeri	• Bersihkan luka dengan anti septic *(alcohol/boorwater)* • Tutup luka dengan kasa steril/plester • Balut tekan (jika pendarahan nya besar) • Jika hanya lecet, biarkan terbuka untuk proses pengeringan luka

Dehidrasi Keadaan dimana tubuh mengalami ke kurangan cairan. Hal ini terjadi apabila cairan yang dikeluarkan tubuh melebihi cairan yang ma suk. Keluarnya cairan ini biasanya disertai dengan elektrolit (K, Na, Cl, Ca). Dehidrasi disebabkan ka rena kurang minum dan disertai kehilangan cairan/banyak keringat karena udara terlalu panas atau aktivitas yang terlalu berlebihan.	
Gejala	**Penanganan**
• Gejala dehidrasi ringan • Kekurangan cairan 5% dari berat badan • Penderita merasa haus • Denyut nadi lebih dari 90 kali permenit • Gejala dehidrasi sedang • Kekurangan cairan antara 5%-10% dari berat badan • Denyut nadi lebih dari 90 kali permenit • Nadi lemah • Sangat haus • Gejala dehidrasi berat • Defisit cairan lebih dari 10% dari berat badan • Hipotensi • Mata cekung • Nadi sangat lemah, sampai tak terasa • Kejang-kejang	• Mengganti cairan yang hilang dan mengatasi *shock* • Mengganti elektrolit yang lemah • Mengenal dan mengatasi komplikasi yang ada • Memberantas penyebabnya • Rutinlah minum jangan tunggu haus

Asma Penyempitan/gangguan saluran pernafasan	
Gejala	**Penanganan**
• Sukar bicara tanpa berhenti, untuk menarik nafas • Terdengar suara nafas tambahan • Otot Bantu nafas terlihat menonjol (dileher) • Irama nafas tidak teratur • Terjadinya perubahan warna kulit merah, pucat, kebiruan) • Kesadaran menurun (gelisah/meracau)	• Tenangkan korban • Bawa ketempat yang luas dan sejuk • Posisikan ½ duduk • Atur nafas • Beri (bantu) oksigen bila diperlukan

Memar Pendarahan yang terjadi di lapisan bawah kulit akibat dari benturan keras	
Gejala	**Penanganan**
• Warna kebiruan/merah pada kulit • Nyeri jika di tekan • Kadang disertai bengkak	• Kompres dingin • Balut tekan • Tinggikan bagian luka

Luka bakar Terjadi akibat sentuhan tubuh dengan benda-benda yang menghasilkan panas (api, air panas, listrik, atau zat-zat yang bersifat membakar).	
Gejala	**Penanganan**
• Matikan api dengan memutuskan suplai oksigen • Perhatikan keadaan umum penderita • Pendinginan yaitu dilakukan dengan membuka pakaian penderita/korban. Kemudian, merendam dalam air atau air mengalir selama 20 atau 30 menit. Untuk daerah wajah, cukup di kompres air.	• Luka ditutup dengan perban atau kain bersih kering yang tak dapat melekat pada luka • Penderita dikerudungi kain putih • Luka jangan diberi zat yang tak larut dalam air seperti mentega, kecap • Khusus untuk luka bakar didaerah wajah, posisi kepala harus lebih tinggi dari tubuh

E. Rambu K3

Dalam melakukan usaha pencegahan kecelakaan di tempat kerja kamu bisa melakukannya dengan melakukan dengan pengenalan lingkungan kerja dengan mengenal:

1. Potensi bahaya yang ada (*Hazard*)

   Mengetahui kondisi kerja yang dapat menimbulkan bahaya, baik terkait keadaan lingkungan kerja, bahan, dan peralatan.
2. Tingkat bahaya (*Danger*)

   Mengetahui potensi bahaya secara relatif. Kondisi yang berbahaya mungkin saja ada, tetapi dapat dilakukan pencegahan.
3. Resiko (R*isk*)

   Mengetahui kemungknan terjadinya kecelakaan/kerugian pada priode waktu tertentu atau pada siklus operasi tertentu.

Setelah di identifikasi potensi bahaya yang ada, tingkat bahaya dan resiko, selanjutnya kamu bisa melakukan pencegahan bahaya dengan memasang rambu peringatan bahaya.



Gambar 3.18
Simbol warna pada K3

Simbol peringatan bahaya merupakan instruksi yang harus dicantumkan pada setiap mesin, ruangan yang mengandung unsur bahaya, ditempat yang berbahaya, dimana sering terjadi kecelakaan atau ditempat penyimpanan bahan berbahaya yang mempunyai tanda khusus sesuai dengan sifat bahan tersebut.

Eksplorasi

Lakukan observasi di lingkungan sekolah dan salah satu bengkel tempat kamu melaksanakan praktik. Identifikasi potensi bahaya yang ada, kemudian ceklis jens bahaya tersebit pada kolom (Hazard/Danger/Risk), sesuai klasifikasinya.

Tabel 2.4
MENGENALI POTENSI BAHAYA

Nama Bengkel/Lab : ....
Tanggal Pengamatan : ....
Waktu pengamatan : pukul ....s.d ....

No	Potensi Bahaya	Jenis Bahaya		
		Hazard	***Danger***	***Risk***
1	....			
2	....			
3	....			
4	....			
..	....			

Penempatan simbol keselamatan kerja hendaknya ditempat yang terlihat jelas pada saat pekerja melakukan pekerjaan. Biasanya simbol keselamatan kerja menggunakan warna mencolok. Agar menarik perhatian pekerja, simbol keselamatan dibuat dalam empat warna, yaitu merah, biru, hijau, kuning dan hitam.

Terdapat tiga kelompok simbol keselamatan yang dapat digunakan di tempat kerja :

1. Penanda keselamatan kerja digunakan untuk memberikan informasi dalam kondisi kerja normal.
2. Penanda peringatan bahaya di gunakan untuk mengidentifikasi beberapa substansi berbahaya dan perlu dimasukkan sebagai bagian dari pelabelan substansi-substansi berbahaya.

3. Papan hazchem digunakan untuk memberikan peringatan dalam kondisi darurat mengenai sifat susbtansi-substansi yang mungkin terlibat dalam kebakaran atau kecelakaan di jalan raya. Untuk kendaraan transportasi telah dilengkapi dengan sebuah kartu term yang di pegang oleh pengemudi.

Dengan penggunaan simbol-simbol keselamatan yang dipasang di area kerja akan memberikan manfaat antara lain :

1. Menarik perhatian terhadap adanya keselamatan dan kesehatan kerja
2. Menunjukkan adanya potensi bahaya yang mungkin tidak terlihat
3. Menyediakan informasi umum dan memberikan pengarahan.
4. Mengingatkan untuk menggunakan peralatan perlindungan diri
5. Mengindikasikan di mana peralatan darurat keselamatan berada.
6. Memberikan peringatan waspada terhadap beberapa tindakan yang atau perilaku yang tidak diperbolehkan.

ARTI DAN MAKNA LAMBANG K3:

Palang : bebas dari kecelakan dan sakit akibat kerja.
Roda gigi : bekerja dengan kesegaran jasmani dan rohani
Warna putih : bersih, suci
Warna hijau : selamat, sehat dan sejahtera
Sebelas gerigi roda : 11 Bab dalam Undang-undang No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja

SIMBOL K3



Simbol Peringatan



Simbol Larangan



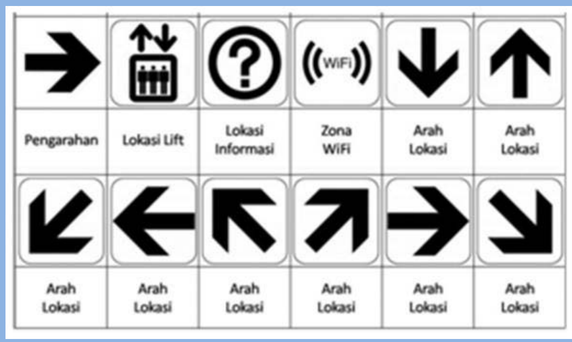
Simbol Kewajiban



Simbol Perhatian

Gambar 3.19 Simbol K3

SIMBOL K3



SimbolInformasi Umum







Gambar 3.20 Simbol dan Selogan Penerapan K3



Asosiasi

Pada pembelajaran sebelumnya, kamu telah mengidentifikasi potensi bahaya yang ada di lingkungan sekolah dan bengkel tempat belajar. Selanjutya secara berkelompok lakukan tugas berikut:

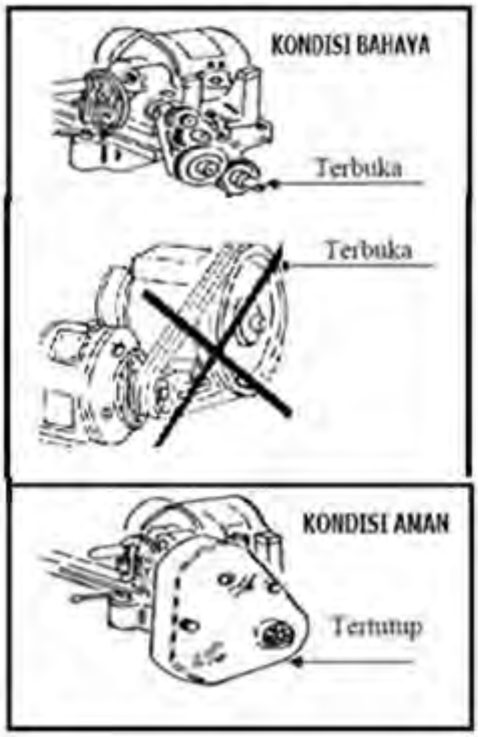
1. Gambarkan simbol atau peringatan K3 sesuai potensi bahayanya
2. Pilih salah-satu simbol atau peringatan K3, buat dalam ukuran besar
3. Pasanglah simbol atau peringatan K3 tersebut dilokasi yang menjadi sumber potensi bahaya.

Tabel 2.5
Potensi bahaya dan Simbol K3

No	Potensi Bahaya	Gambar Simbol
1	…………………	
2	…………………	
3	…………………	
..	…………………	

F. Alat pelindung mesin dan area kerja

1. Pengaman mesin



Gambar 3.21
Pelindung mesin

Berbagai upaya dilakukan untuk melakukan pencegahan terhadap kecelakaan kerja. Salah satu upaya adalah dengan memasang pengaman diarea kerja atau pada mesin yang digunakan.

Coba kamu perhatikan pada beberapa mesin seperti mesin bubut, letak bahaya utama diantaranya ada pada bagian roda gigi atau roda sabuk penggerak. Pada roda gigi atau sabuk pemindah daya tersebut dipasang tutup, hal ini untuk menjaga agar tidak terjadi kecelakaan terhadap manusia atau kerusakan pada mesin.

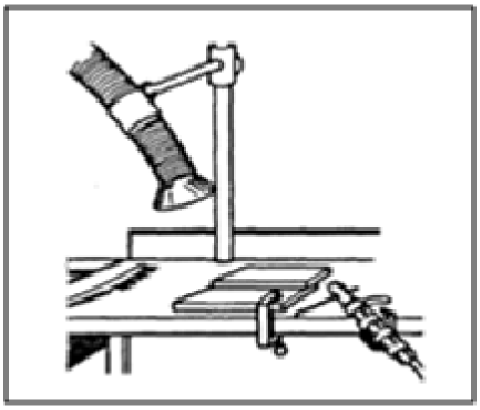


Gambar 3.22
Kaca pelindung mesin

Pada mesin gerinda tangan yang menghasilkan percikan api dilengkapi dengan tutup mesin yang menutupi batu gerinda dan mengarahkan percikan api ke arah yang aman. Selain itu pengaman ini juga melindungi tangan dari kecelakaan kerja yang mungkin ditimbulkan oleh batu gerinda dan percikan api.

Pada gerinda meja, bentuk pengaman pencegah keselamatan kerja berupa kaca pelindung yang dipasang di bagian atas mesin. Kaca ini

melindungi percikan api atau pecahan serbuk batu gerinda, namun kamu masih tetap dapat melihat perkakas yang sedang kamu asah. Selain pada mesin gerinda, kaca pengaman terpasang pula di mesin bor.



Gambar 3.23
Penghisap debu/asap

Pada mesin yang menghasilkan gas berbahaya seperti pada pengelasan, dipasang saluran penghisap gas dan debu agar pekerja terlindung dari gangguan pernapasan.

2. Pengaman area kerja

Pelindung area kerja digunakan berupa palang pintu, pagar atau bahkan dinding. Pelindung area kerja ini digunakan agar alat atau area kerja steril dari mereka yang tidak memiliki kewenangan untuk menjamin keamanan alat dan manusia.



Gambar 3.24
Palang dan pagar pembatas area kerja

G. Pencegahan kebakaran



Gambar 3.25
Peristiwa kebakaran

"Kecil jadi kawan besar jadi lawan". Ungkapan tersebut tidak asing bagi kita, untuk menggambarkan bahaya api jika tidak lagi terkendali. Kebakaran merupakan kecelakaan kerja yang sangat tidak diharapkan, karena dapat sangat merugikan. Setiap pengelola dan individu pekerja harus melakukan upaya pencegahan kebakaran.

Oksigen, panas dan bahan bakar merupakan unsur pembentuk api. Kandungan oksigen di udara yang memungkinkan terjadinya proses pembakaran adalah diatas 10%, sedangkan kandungan oksigen normal di udara berkisar 21%, dengan demikian cukup tersedia oksigen di udara bebas untuk terjadinya pembakaran.

Sumber panas bisa bisa muncul dari beberapa sebab antara lain:

1. Sumber api terbuka dari aktifitas seperti masak, mengelas.
2. Listrik dinamis dari sistem peralatan/rangkaian listrik seperti setrika, atau karena korsleting.
3. Listrik statis yaitu panas yang ditimbulkan akibat loncatan ion negatif dengan ion positif seperti petir.

4. Mekanis yaitu panas yang ditimbulkan akibat gesekan/benturan benda seperti seperti gerinda, memaku.
5. Kimia yaitu panas yang timbul akibat reaksi kimia seperti karbit dengan air

SEGITIGA API



Api terbentuk karena adanya interaksi beberapa unsur/elemen yang pada kesetimbangan tertentu dapat menimbulkan api.

Proses kebakaran atau terjadinya api bisa dibaca dari teori *Segitiga Api* yang meliputi elemen bahan, panas dan oksigen. Tanpa salah satu dari ketiga unsur tersebut, api tidak akan muncul.

Dengan demikian lingkungan kerja merupakan area yang beresiko tinggi terhadap terjadinya kebakaran. Sesuai prinsip segi tiga api untuk menghindari terjadinya kebakaran, perlu penanganan terhadap sumber panas dan bahan bakar yang ada/digunakan dilingkungan industri. Pencegahan dan perlindungan yang perlu dilakukan yaitu :

(1). Penyimpanan

Dalam pengorganisasian usaha keselamatan kerja terhadap bahaya kebakaran, perhatian yang cermat harus diberikan tehadap lokasi dan disain gudang. Aneka bahan, khusus nya zat-zat yang dapat terbakar merupakan sumber utama terjadinya kebakaran. Zat cair yang memiliki titik nyala lebih kecil dari 32^0C harus ditempatkan dalam wadah atau tangki tertutup dan disimpan di tempat yang terpisah. Zat padat yang mudah terbakar harus diletakkan tersusun rapi dan aman, sehingga memudahkan pekerjaan.

(2). Pengolahan

Jika memungkinkan proses produksi mengganti/mengurangi bahan mudah terbakar dengan bahan yang kurang berbahaya ditinjau dari segi kebakaran, untuk dikurangi atau ditiadakan resiko kebakaran. Bahan cair yang mudah terbakar harus disalurkan (tanpa tumpahan)

ke tempat kerja melalui pipa-pipa penyalur atau drum-drum yang di lengkapi dengan pompa tangan.

(3) Meniadakan sumber kebakaran

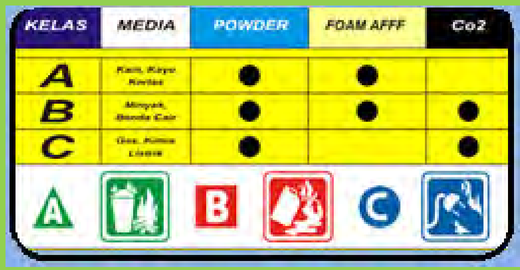
a) Semua pemasangan jaringan listrik dan peralatan listrik harus memenuhi standar atau ketentuan yang berlaku
b) Perawatan mesin harus dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi panas akibat gesekan.
c) Pada semua proses pemanasan harus terdapat pemisah yang tepat antara bahan-bahan yang mudah terbakar dan alat pemanas.
d) Pemanasan lebih dari semestinya tanpa disengaja harus dicegah dengan pengendalian proses secara tepat.
e) Segala kegiatan pengeringan harus dilengkapi dengan ventilasi mekanis yang memadai dan sebaiknya disertai dengan sistem kontrol di antara pemanas dan ventilasi.
f) Bahan-bahan yang dapat terbakar sendiri harus selalu diamati agar tidak ada kenaikan suhu.
g) Pendidikan dan pelatihan harus dilakukan kepada pekerja

TEKNIK MEMADAMKAN API

Teknik memadamkan api secara prinsip dilakukan dengan cara memutus salah satu dari unsur segitiga api, berikut lima teknik pemadaman api :

1. ***Starvation***:Mengambil atau mengurangi bahan bakar yang terbakar, misalnya menutup valve vuel disaat terjadi kebakaran
2. ***Smothering***:Membatasi oksigen dengan bahan bakar, misalnya memadamkan api dengan fire blanket
3. ***Dilution***:Mengencerkan kadar oksigen pada proses pembakaran, misalnya memadamkan api dengan APAR
4. ***Cooling***:Menurunkan temperatur dari bahan bakar yang terbakar, misalnya menyemprotkan air pada api
5. ***Break chain reaction***: Memutus reaksi pembakaran, misalnya memadamkan api dengan APAR CO2

KELAS KEBAKARAN



Kelas A :
Kebakaran yang disebabkan oleh benda-benda padat, misalnya kertas, kayu, plastik, karet, busa dan lain-lainnya. Media pemadaman kebakaran untuk kelas ini berupa: air, pasir, karung goni yang dibasahi, dan alat pemadam berbahan tepung kimia kering (*dry powder*).

Kelas B :
Kebakaran yang disebabkan oleh benda-benda mudah terbakar berupa cairan, misalnya bensin, solar, minyak tanah, spirtus, alkohol dan lain-lainnya. Media pemadaman kebakaran untuk kelas ini berupa: pasir dan alat pemadam tepung kimia kering (*dry powder)* maupun *foam*. Dilarang memadamkan menggunakan air untuk jenis ini karena berat jenis air lebih berat dari pada berat jenis bahan di atas sehingga bila kita menggunakan air maka kebakaran akan melebar kemana-mana.

Kelas C:
Kebakaran yang disebabkan oleh adanya hubungan arus pendek pada peralatan elektronik. Alat pemadam yang bisa digunakan untuk memadamkan kebakaran jenis ini dapat juga menggunakan tepung kimia kering (*dry powder*), akan tetapi memiliki resiko kerusakan peralatan elektronik, karena *dry powder* mempunyai sifat lengket dan korosif. Lebih cocok menggunakan pemadam api berbahan *clean agent*

Kelas D :
Kebakaran yang disebabkan oleh benda-benda berbahan metal, untuk kebakaran jenis ini tidak di perkenankan menggunakan jenis alat pemadam yang bersifat dingin seperti contohnya CO2, karena hal tersebut dapat memicu ledakan sehingga bahaya kebakaran akan semakin besar. kita dapat menggunakan DCP (D*ry Chemical Powder*), walaupun hal tersebut dapat berefek korosif pada metal namun bahaya pada saat pemadaman relatif kecil**.**

Menggunakan APAR



Perhatikan !

- APAR selalu dalam kondisi teruji.
- Posisi harus membelakangi arah angin.
- Bergerak merunduk, ruang gerak cukup untuk mendekati api.
- Berhati-hatilah terhadap sambaran balik api, harus selalu waspada.
- Selalu sigap untuk mundur kebelakang menghindari api.
- Memadamkan api dengan jarak maksimum antara APAR dan api.
- Ada APAR yang perlu dibalik terlebih dahulu sebelum dipergunakan, supaya media isi APAR yang sudah lama tidak dipergunakan bisa beroperasi dengan optimal.

Secara sederhana menggunakan APAR bisa dengan metode PASS,



P=*PULL* (tarik pin, lalu tekan pengaktif *catridge*)



A=*AIM* (arahkan nozzle pada permukaan api)



S=*SQUEEZE* (tekan pelatuk sambil memegang APAR posisi tegak)



S=*SWEEP* (Sapukan dari samping ke samping menutup daerah terbakar

Gambar 3.26
Apar dan penggunaannya

H. Penanganan limbah

1. Sampah dan limbah

Aktivitas kehidupan manusia sangat beragam, diawali bangun tidur dipagi hari sampai kembali tidur dimalam hari. Terdapat hal menarik dalam aktivitas manusia tersebut, yaitu segala aktivitas yang dilakukan manusia menghasilkan sampah. Sampah merupakan benda yang tidak digunakan karenanya dibuang.



Gambar 3.27
Limbah hasil industri

Kepedulian dan kesadaran terhadap sampah ini harus ditumbuhkan supaya lingkungan tetap sehat dan bersih dari tumpukan sampah. Sampah membawa dampak terhadap kesehatan karena menjadi potensi penyebaran penyakit. Dampak sosial dari sampah akan menjadikan lingkungan yang kurang menyenangkan, bau tidak sedap dan pemandangan yang buruk karena sampah bertebaran dimana-mana. Pembuangan sampah padat ke sungai dapat menyebabkan banjir dan akan memberikan dampak buruk bagi fasilitas pelayanan umum seperti jalan, jembatan, drainase, dan lain-lain. Apabila tumpukan sampah tidak cepat dikelola, maka sampah akan berubah menjadi limbah, selain berasal dari sampah. limbah juga bisa berasal dari kegiatan industri. Jenis limbah ini sukar atau tidak dapat dinetralisir secara alamiah.Beberapa jenis limbah industri ini sangat berbahaya dan beracun jika mencemari perairan, tanah atau udara. Limbah merupakan bahan buangan akibat aktivitas manusia maupun makhluk hidup lainnya, yang berbentuk padat, lumpur, cair, maupun gas yang dibuang karena tidak dibutuhkan atau tidak diinginkan lagi

2. Penanganan Limbah Padat

Limbah padat dihasilkan dari industri, perdagangan/restoran, rumah tangga, rumah sakit, hotel, maupun pertanian/peternakan. Penanganan limbah padat dilakukan melalui penampungan dalam bak sampah, pengumpulan sampah, pengangkutan, pembuangan di TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Sampah yang sudah berada di TPA akan mengalami berbagai macam perlakuan, seperti di sortir oleh pemulung atau diolah menjadi pupuk kompos.

Pengolahan limbah padat dilakukan sesuai jenisnya, yaitu organik atau anorganik. Berikut ini beberapa metode penanganan limbah organik padat :

(1) *Composting*, yaitu penanganan limbah organik menjadi kompos yang bisa dimanfaatkan sebagai pupuk melalui proses fermentasi. Bahan baku untuk membuat kompos adalah sampah kering maupun hijau dari sisa tanaman, sisa makanan, kotoran hewan, sisa bahan makanan. Dalam proses pembuatan kompos ini bahan baku akan mengalami dekomposisi/penguraian oleh mikroorganisme. Cara pembuatan kompos, memalui cara menggunakan komposter, tumpukan terbuka (*open windrow*), cascing (menggunakan cacing)

(2) *Gas Bio*, yaitu pengubahan sampah organik yang berasal dari tinja manusia maupun kotoran hewan menjadi gas yang dapat berfungsi sebagai bahan bakar alternatif. Kandungan gas bio antara lain metana (CH_4) dalam komposisi yang terbanyak, karbondioksida (CO_2), Nitrogen (N_2), Karbonmonoksida (CO), Oksigen (O_2), dan hidrogen sulfida (H_2S). Gas metana murni adalah gas tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa.

(3) *Hog Feeding*, adalah pengolahan sampah organik menjadi makanan ternak. Agar sampah organik dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak harus dipilih dan dibersihkan terlebih dulu agar tidak tercampur dengan sampah yang mengandung logam berat atau bahan-bahan yang membahayakan kesehatan ternak.

Penanganan limbah anorganik padat dapat dilakukan dengan cara berikut ini:

(1) *Replace, Reduce, Recycle dan Reuse* (4R)

Replace yaitu usaha mengurangi pencemaran dengan menggunakan barang-barang yang ramah lingkungan. Contohnya memanfaatkan daun daripada plastik sebagai pembungkus, menggunakan MTBE daripada TEL untuk anti knocking pada mesin, tidak menggunakan CFC sebagai pendingin dan lain-lain.

Reduce yaitu usaha mengurangi pencemaran lingkungan dengan meminimalkan produksi sampah. Contohnya membawa tas belanja sendiri yang besar dari pada banyak kantong plastik, membeli kemasan isi ulang rinso, pelembut pakaian, minyak goreng dan lain-lain daripada membeli botol setiap kali habis, membeli bahan-bahan makanan atau keperluan lain dalam kemasan besar daripada yang kecil-kecil.

Recycle yaitu usaha mengurangi pencemaran lingkungan dengan mendaur ulang sampah melalui penanganan dan teknologi khusus. Proses daur ulang biasanya dilakukan oleh pabrik/industri untuk dibuat menjadi produk lain yang bisa dimanfaatkan. Dalam hal ini pemulung berjasa sekaligus mendapatkan keuntungan karena dengan memilah sampah yang bisa didaur ulang bisa mendapat penghasilan. Misalnya plastik-plastik bekas bisa didaur ulang menjadi ember, gantungan baju, pot tanaman.

Reuse yaitu usaha mengurangi pencemaran lingkungan dengan cara menggunakan dan memanfaatkan kembali barang-barang yang seharusnya sudah dibuang. Misalnya memanfaatkan botol/kaleng bekas sebagai wadah, memanfaatkan kain perca menjadi keset, memanfaatkan kemasan plastik menjadi kantong belanja/tas.

(2) *Insenerator*, adalah alat yang digunakan untuk membakar sampah secara terkendali pada suhu tinggi. Insenerator efisien

karena sanggup mengurangi volume sampah hingga 80 %. Residunya berupa abu sekitar 5 – 10 % dari total volume sampah yang dibakar dan dapat digunakan sebagai penimbun tanah. Kekurangan alat ini adalah mahal dan tidak bisa memusnahkan sampah logam.

(3) *Sanitary landfill*, adalah metode penanganan limbah padat dengan cara membuangnya pada area tertentu. Ada 3 metode *sanitary landfill*, yaitu:

(a) Metode galian parit (*trenc method*), sampah dibuang ke dalam galian parit yang memanjang. Tanah bekas galian digunakan untuk menutup parit. Sampah yang ditimbun dipadatkan dan diratakan. Setelah parit penuh, dibuatlah parit baru di sebelah parit yang telah penuh tersebut.

(b) Metode area, sampah dibuang di atas tanah yang rendah, rawa, atau lereng kemudian ditutupi dengan tanah yang diperoleh ditempat itu.

(c) Metode ramp, merupakan gabungan dari metode galian parit dan metode area. Pada area yang rendah, tanah digali lalu sampah ditimbun tanah setiap hari dengan ketebalan 15 cm, setelah stabil lokasi tesebut diratakan dan digunakan sebagai jalur hijau (pertamanan), lapangan olah raga, tempat rekreasi dll.

(4) Penghancuran sampah (*pulverisation*), adalah proses pengolahan sampah anorganik padat dengan cara menghancurkannya di dalam mobil sampah yang dilengkapi dengan alat pelumat sampah sehingga sampah hancur menjadi potongan-potongan kecil yang dapat dimanfaatkan untuk menimbun tanah yang cekung atau letaknya rendah.

(5) Pengepresan sampah (*reduction mode*), yaitu proses pengolahan sampah dengan cara mengepres sampah tesebut menjadi padat dan ringkas sehingga tidak memakan banyak tempat.

3. Penanganan limbah cair

Sekitar 80% air yang digunakan manusia untuk aktivitasnya akan dibuang lagi dalam bentuk air yang sudah tercemar, baik itu limbah industri maupun limbah rumah tangga. Untuk itu diperlukan penanganan limbah dengan baik agar air buangan ini tidak menjadi polutan. Tujuan pengaturan pengolahan limbah cair ini adalah :

(1) Untuk mencegah pengotoran air permukaan seperti sungai, waduk, danau, rawa

(2) Untuk melindungi biota dalam tanah dan perairan

(3) Untuk mencegah berkembangbiaknya bibit penyakit dan vektor penyakit seperti nyamuk, kecoa, lalat.

(4) Untuk menghindari pemandangan dan bau yang tidak sedap

Metode pengolahan limbah cair, dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya adalah:

(1) *Dillution* (*pengenceran*), air limbah dibuang ke sungai, danau, rawa atau laut agar mengalami pengenceran dan konsentrasi polutannya menjadi rendah atau hilang. Cara ini dapat mencemari lingkungan bila limbah tersebut mengandung bakteri patogen, larva, telur cacing atau bibit penyakit yang lain. Cara ini boleh dilakukan dengan syarat bahwa air sungai, waduk atau rawa tersebut tidak dimanfaatkan untuk keperluan lain, volume airnya banyak sehingga pengenceran bisa 30 -40 kalinya, air tersebut harus mengalir.

(2) Sumur resapan, yaitu sumur yang digunakan untuk tempat penampungan air limbah yang telah mengalami pengolahan dari sistem lain. Air tinggal mengalami peresapan ke dalam tanah, dan sumur dibuat pada tanah porous, diameter 1 – 2,5 meter dan kedalaman 2,5 meter. Sumur ini bisa dimanfaatkan 6 – 10 tahun.

(3) *Septic tank*, merupakan metode terbaik untuk mengelola air limbah walaupun biayanya mahal, rumit dan memerlukan

tanah yang luas. *Septic tank* memiliki 4 bagian ruang untuk tahap-tahap pengolahan, yaitu :

(a) Ruang pembusukan, air kotor akan bertahan 1-3 hari dan akan mengalami proses pembusukan sehingga menghasilkan gas, cairan dan lumpur (*sludge*)

(b) Ruang lumpur, merupakan ruang empat penampungan hasil proses pembusukan yang berupa lumpur. Bila penuh lumpur dapat dipompa keluar

(c) *Dosing chamber*, didalamnya terdapat *siphon McDonald* yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan air yang akan dialirkan ke bidang resapan agar merata

(d) Bidang resapan, bidang yang menyerap cairan keluar dari *dosing chamber* serta menyaring bakteri patogen maupun mikroorganisme yang lain. Panjang minimal resapan ini adalah 10 meter dibuat pada tanah porous.

(4) *Riol* (parit), menampung semua air kotor dari rumah, perusahaan maupun lingkungan. Apabila riol inidigunakan juga untuk menampung air hujan disebut combined system. Sedang bila penampung hujannya dipisahkan maka disebut separated system. Air kotor pada riol dapat mengalami proses pengolahan secara fisika, kimia atau biologi.

Cara Fisika, yaitu pengolahan limbah cair dengan beberapa tahap proses kegiatan yaitu :

(a) Proses *screening*, yaitu menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar dan mudah mengendap melalui penyaringan.

(b) Proses *flotasi*, yaitu menyisishkan bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses berikutnya.

(c) Proses *filtrasi*, yaitu menyisihkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air atau menyumbat membran yang akan digunakan dalam proses *osmosis*.

(d) Proses *adsorbsi*, yaitu menyisihkan senyawa anorganik dan senyawa organik terlarut lainnya, terutama jika diinginkan untuk menggunakan kembali air buangan tersebut, biasanya menggunakan karbon aktif.

(e) Proses *reverse osmosis*, yaitu proses yang dilakukan untuk memanfaatkan kembali air limbah yang telah diolah sebelumnya dengan beberapa tahap proses kegiatan dengan teknologi membran. Biasanya teknologi ini diaplikasikan untuk unit pengolahan kecil dan teknologi ini termasuk mahal.

Cara kimia, yaitu pengolahan air buangan yang dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (*koloid*), logam-logam berat, senyawa fosfor dan zat organik beracun dengan menambahkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Metode kimia dibedakan atas metode *nondegradatif* misalnya *koagulasi* dan metode *degradatif* misalnya oksidasi polutan organik dengan pereaksi lemon, degradasi polutan organik dengan sinar ultraviolet.

Cara biologi, yaitu pengolahan air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme alami untuk menghilangkan polutan baik secara aerobik maupun anaerobik. Pengolahan ini dianggap sebagai cara yang murah dan efisien.

4. Penanganan limbah gas dan debu

Filter udara digunakan untuk menangkap debu/partikel yang keluar dari cerobong . Berikut ini beberapa macam filter udara, meliputi :

(1) Pengendapan siklon, adalah alat yang digunakan untuk mengendapkan debu atau abu yang ikut dalam gas buangan atau udara dalam ruang pabrik yang berdebu. Prinsip kerja pengendap siklon adalah pemanfaatan gaya sentrifugal dari udara atau gas buang yang sengaja dihembuskan melalui tepi dinding tabung

siklon, sehingga partikel yang relatif berat akan jatuh ke bawah. Debu, abu atau partikel yang dapat diendapkan oleh siklon adalah berukuran antara 5 – 40 mikro. Makin besar ukuran debu, semakin cepat partikel diendapkan.

(2) Filter basah, adalah alat yang digunakan untuk membersihkan udara kotor dengan cara menyemprotkan air dari bagian atas alat, sedangkan udara kotor dari bagian bawah alat. Pada saat udara kotor kontak dengan air, maka debu akan ikut semprotan air untuk turun ke bawah. Bila ingin hasil yang lebih baik, dapat digabungkan pengendap siklon dengan filter basah. Penggabungan kedua alat ini menghasilkan alat penangkap debu yang dinamakan pengendap siklon filter basah.

(3) Pengendap sistem gravitasi, adalah alat yang digunakan untuk membersihkan udara kotor yang ukuran partikelnya relatif cukup besar, sekitar 50 mikro atau lebih. Prinsip kerja alat ini adalah dengan mengalirkan udara kotor ke alat, sehingga pada waktu terjadi perubahan kecepatan secara tiba-tiba, debu akan jatur terkumpul ke bawah akibat gaya beratnya sendiri. Kecepatan pengendapan tergantung pada dimensi alat yang digunakan.

(4) Pengendap elektrostatik, adalah alat yang digunakan untuk membersihkan udara kotor dalam jumlah (volume) besar dan waktu yang singkat, sehingga udara yang keluar dari alat ini relatif bersih. Alat ini berupa tabung silinder, dimana dindingnya diberi muatan positif, sedangkan tengahnya ada sebuah kawat, yang merupakan pusat silinder, sejajar dinding tabung, diberi muatan negatif. Adanya tegangan yang berbeda akan menimbulkan *corona discharge* di daerah sekitar pusat silinder. Hal ini menyebabkan udara kotor seolah-olah mengalami ionisasi. Kotoran menjadi ion negatif yang akan ditarik dinding tabung, sedangkan udara bersih akan berada di tengah silinder kemudian terhembus keluar.

5. Penanganan Limbah Suara

Bising merupakan polusi pendengaran. Suara-suara yang sangat bising dapat mengganggu pendengaran dan juga membuat orang tidak nyaman. Sumber kebisingan dapat dikurangi atau dihilangkan sama sekali dengan :

(1) Mematikan atau menghilangkan sumber suara/sumber kebisingan
(2) Memasang alat peredam suara
(3) Pengendalian pada jejak propagasi, mengganti bahan baku ruangan dengan bahan yang dapat meredam suara
(4) Pengendalian pada penerima suara, yaitu dengan melakukan upaya perlindungan pada pendengaran manusia, seperti tutup/sumbat telinga.

.

6. Penanganan Limbah B3

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) tidak dapat begitu saja ditimbun, dibakar, atau dibuang ke lingkungan, karena mengandung bahan yang dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lain. Limbah ini memerlukan cara penangan yang lebih khusus dibanding limbah yang bukan B3. Limbah B3 perlu diolah, baik secara fisik, biologi, maupun kimia sehingga menjadi tidak berbahaya atau herkurang racunnya. Setelah diolah, limbah B3 masih memerlukan metode pembuangan yang khusus untuk mencegah resiko terjadi pencemaran. Metode pembuangan limbah B3 dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

(1) Sumur dalam/sumur injeksi (*deep well injection*)

Sarah satu cara membuang limbah B3 agar tidak membahayakan manusia adalah dengan memompakan limbah tersebut melalui pipa ke lapisan batuan yang dalam, di bawah lapisan-lapisan air tanah dangkal maupun air tanah dalam. Secara teori, limbah B3 ini akan terperangkap di lapisan itu sehingga tidak akan mencemari tanah maupun air. Namun, sebenarnya tetap ada kemungkinan terjadi

kebocoran atau korosi pipa, atau pecahnya lapisan batuan akibat gempa sehingga limbah merembes ke lapisan tanah.

(2) Kolam penyimpanan (*surface impoundments*)

Limbah B3 cair dapat ditampung pada kolam-kolam yang memang dibuat untuk limbah B3. Kolam-kolam ini dilapisi lapisan pelindung yang dapat mencegah perembesan limbah. Ketika air limbah menguap, senyawa B3 akan terkonsentrasi dan mengendap di dasar. Kelemahan metode ini adalah memakan lahan karena limbah akan semakin tertimbun dalam kolam, ada kemungkinan kebocoran lapisan pelindung, dan ikut menguapnya senyawa B3 bersarna air limbah sehingga mencemari udara.

(3) *Landfill* untuk limbah B3 (*secure landfills*)

Limbah B3 dapat ditimbun pada *landfill*, namun harus dengan pengamanan tinggi. Pada metode pembuangan *secure landfill*, limbah B3 ditempatkan dalam drum atau tong-tong, kemudian dikubur dalam *landfill* yang didesain khusus untuk mencegah pencemaran limbah B3. *Landfill* ini harus dilengkapi peralatan monitoring yang lengkap untuk mengontrol kondisi limbah B3 dan harus selalu dipantau. Metode ini jika diterapkan dengan benar dapat menjadi cara penanganan limbah B3 yang efektif. Namun, metode *secure landfill* merupakan metode yang memiliki biaya operasi tinggi, masih ada kemungkinan terjadi kebocoran, dan tidak memberikan solusi jangka panjang karena limbah akan semakin menumpuk. Beberapa metode penanganan limbah B3 yang umumnya diterapkan adalah metode pengolahan secara Kimia, Fisik, dan Biologi. Proses pengolahan limbah B3 secara kimia atau fisik yang umum dilakukan adalah *stabilisasi/solidifikasi*. *Stabilisasi/solidifikasi* adalah proses pengubahan bentuk fisik dan/atau sifat kimia dengan menambahkan bahan pengikat atau senyawa pereaksi tertentu untuk memperkecil/membatasi kelarutan, pergerakan, atau penyebaran daya racun limbah, sebelum dibuang. Contoh bahan yang dapat

digunakan untuk proses *stabilisasi/solidifikasi* adalah semen, kapur ($CaOH2$), dan bahan termoplastik.

Proses pengolahan limbah B3 secara biologi yang telah cukup berkembang saat ini dikenal dengan istilah bioremediasi dan fitoremediasi. Bioremediasi adalah penggunaan bakteri dan mikroorganisme lain untuk mendegradasi/mengurai limbah B3, sedangkan fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk mengabsorbsi dan mengakumulasi bahan-bahan beracun dari tanah. Kedua proses ini sangat bermanfaat dalam mengatasi pencemaran oleh limbah B3 dan biaya yang diperlukan lebih murah dibandingkan metode kimia atau fisik. Namun, proses ini juga masih memiliki kelemahan. Proses bioremediasi dan fitoremediasi merupakan proses alami sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama untuk membersihkan limbah B3, terutama dalam skala besar. Selain itu, karena menggunakan makhluk hidup, proses ini dikhawatirkan dapat membawa senyawa-senyawa beracun ke dalam rantai makanan di ekosistem. Metode insinerasi (pembakaran) dapat diterapkan untuk memperkecil volume limbah B3. Namun saat melakukan pembakaran perlu dilakukan pengontrolan ketat agar gas beracun hasil pembakaran tidak mencemari udara.

Renungan dan Refleksi

Kesehatan dan keselamatan kerja mempelajari berbagai upaya menghindari kecelakaan agar dapat hidup dengan sejahtera. Namun demikian, perlu kiranya kalian menyadari bahwa manusia terkadang lupa dan lalai. Karenanya kalian harus saling mengingatkan dalam kebaikan, khususnya penerapan K3 ini.

Perlu kamu menyadari pula bahwa, terdapat faktor diluar kemampuan manusia (faktor Tuhan yang berkehendak) yang menyebabkan segala kehidupan kita terjadi. Berdo'a-lah kepada-Nya, agar kita diberikan keselamatan dalam menjalankan aktifitas sehari-hari.

Pada Bab selanjutnya, Kamu akan mempelajari berbagai alat ukur dan cara menggunakan alat ukur tersebut. Dengan materi tersebut, memberikan manfaat bagi kamu untuk dapat diterapkan dalam pekerjaan pembuatan benda kerja. Kiranya dengan mempelajari materi tersebut Kamu akan lebih bersyukur akan karunia Tuhan, karenanya masih dilimpahkan kemampuan untuk mempelajari materi yang bermanfaat.

Rangkuman

Di setiap tempat kerja membutuhkan usaha preventif dan kuratif, terhadap gangguan kesehatan dan kecelakaan kerja. K3 merupakan upaya preventif terhadap timbulnya kecelakaan kerja dan penyakit akibat hubungan kerja dalam lingkungan kerja.

Kecelakaan di tempat kerjaan disebabkan 2 faktor utama, yaitu perbuatan pekerja yang tidak aman berupa tingkah laku, tindak-tanduk atau perbuatan yang berakibat terjadinya kecelakaan *(unsafe action)*. Kedua faktor kondisi berbahaya yang menyebabkan terjadinya kecelakaan *(unsafe conditions).*

Alat pelindung diri (*Personal Safety Equipment)* digunakan untuk melindungi pekerja dari luka atau penyakit yang diakibatkan oleh adanya kontak dengan bahaya di tempat kerja. APD dipilih dan digunakan sesuai jenis pekerjaan, terdiri dari alat pelindung kepala, alat pelindung mata dan muka, alat pelindung telinga, alat pelindung pernafasan, alat pelindung badan dan anggota badan (lengan dan kaki), alat pelindung tenggelam, alat pelindung jatuh.

Untuk menjaga produktivitas, kesehatan dan keselamatan kerja perlu diterapka upaya menyerasikan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya (ergonomi). Jika terjadi kecelakaan di tempat kerja, dalam kondisi darurat diperlukan upaya pertolongan sebelum datangnya tenaga medis, setiap karyawan hendaknya memahami P3K.

Sebagai upaya pencegahan kecelakaan di tempat kerja harus dikenaliPotensi bahaya yang ada (*Hazard*), Tingkat bahaya (*Danger*) dan Resiko (*Risk*). Jika telah teridentifikasi diperlukan pemasangan rambu peringatan bahaya yang sesuai. Untuk area kerja dan mesin yang dapat menimbulkan bahaya, harus dipasang alat pengaman seperti palang pintu, pagar dan pelindung mesin.

Keamanan lingkungan kerja harus diupayakan melalui pencegahan kebakaran serta penanganan api jika terjadi kebakaran. Alat pemadam api harus disiapkan, tenaga kerja harus dilatih untuk melakukan penanganan api. Selain itu penanganan limbah untuk kelestarian lingkungan kerja perlu dilakukan. Penanganan limbah ini sesuai dengan jenis limbah; padat, cair, gas, kebisingan, atau limbah berbahaya.

Evaluasi

A. Evaluasi Diri

Penilaian Diri						
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.						
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**				
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**	
A	**Sikap**					
1	Disiplin					
2	Kerjasama dalam kelompok					
3	Kreatifitas					
4	Demokratis					
B	**Pengetahuan**					
1	Saya mampu memilih dan menggunakan alat kesehatan dan keselamatan kerja sesuai jenis pekerjaan					
C	**Keterampilan**					
1	Saya mampu menerapkan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja sesuai standar yang berlaku pada sistem instrumentasi industri					

B. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan Benar!

1. Apa tujuan penerapan K3 di lingkungan Kerja?
2. Identifikasi deskripsi masalah dibawah ini, ceklis pada salah satu kolom penyebab kecelakaan kerja!

No	Deskripsi Masalah	Penyebab Kecelakaan Kerja		
		Unsafe Action	*unsafe condition*	*Unsafe Management*
1	Mengoperasikan alat yang bukan menjadi tugas tau wewenang.			
2	Ventilasi dan penerangan yang kurang			
3	Lingkungan kerja berdebu, berasap,panas, bising.			
4	Prosedur kerja yang tidak tegas atau tidak di terapkan dengan baik			
5	Kerapihan/tata-letak alat dan mesin yang buruk			
6	Bahan, alat-alat/peralatan rusak			
7	Menggunakan alat yang rusak.			
8	Menggunakan alat dengan cara yang salah.			
9	Lingkungan penyimpanan bahan mudah terbakar / meledak.			
10	Managemen yang tidak memperhatkan k3			

3. Alat pelindung diri (APD) digunakan oleh pekerja sebagai upaya terakhir pencegahan keselamatan kerja, Jelaskan lima usaha pengendalian dan pencegahan kecelakaan kerja lain selain penggunaan APD!
4. Jelaskan faktor apa saja yang dijadikan dasar dalam memilih pemilihan alat pelindung diri!
5. Sebutkan tiga contoh kondisi/ jenis pekerjaan yang menuntut penggunaan respirator jenis *Self Contained Breathing Apparatus* (SCBA)!

6. Jelaskan manfaat ergonomi bagi pekerja!
7. Sebutkan masing-masing tiga contoh yang termasuk Potensi bahaya yang ada (*Hazard*), bahaya (*Danger*) dan beresiko (*Risk*)!
8. Jelaskan manfaat pelindung area kerja dan pelindung mesin!
9. Jelaskan maksud konsep segitiga api dikaitkan dengan cara memadamkan api kebakaran!
10. Jelaskan metode PASS dalam penanganan kebakaran!

C. Penerapan

1. Perhatikan gambar 3.28 (1, 2 dan 3) di bawah ini, pilih salah satu gambar untuk kamu bahas!



Gambar 3.28 Prilaku Tidak Aman

Berdasar gambar 3.28 yang kamu pilih;

a. Berikan komentar kalian terhadap gambar yang dipilih!
b. Apa yang seharusna dilakukan?

D. Tugas Proyek

KESADARAN MENERAPKAN K3

Sebagaimana dijelaskan dalam materi Bab 3 ini, Kesehatan dan keselamatan kerja membutuhkan kesadaran setiap individu dalam pelaksanaannya. Di sekolah tempat kamu belajar, kamu dapat mengamati pelaksanaan K3 dari berbagai indikator, misalnya;

1. Ketersediaan APAR di lokasi yang memiliki resiko kebakaran
2. Penggunaan APD oleh guru dan siswa saat meaksanakan praktik
3. Penggunaan alat pelindung mesin
4. Melestarikan kebersihan di tempat praktik

Pada tugas proyek kali ini, kamu secara sederhana akan melakukan survey terhadap alasan siswa di sekolah menggunakan APD. Lakukanlah sesuai langkah berikut ini:

1. Buatlah kelompok tugas proyek
2. Perbanyak angket dibawah ini

Alasan saya menggunakan alat pelindung diri pada saat melaksanakan praktikum adalah:	
A	Diwajibkan oleh guru untuk menggunakannya
B	Melindungi saya dari penyakit/kecelakaan kerja
C	Hanya mentaati aturan tata tertib yang tertulis di bengkel/lab
D	Semua teman menggunakannya, karenanya saya juga menggunakannya

Ket : Beri tanda silang sesuai pilihan

1. Bagikan kepada siswa satu kelas (selain siswa di kelasmu)
2. Setelah angket yang disebarkan telah diisi dan terkumpul kembali, isilah tabel berikut:

Tabel Hasil Pengisian Angket

Angket di sebar di kelas : ....

Jumlah siswa di kelas : ....

Jumlah Angket Terkumpul : ....

Jumlah Siswa Memilih Jawabab					Jumlah
	A	B	C	D	
Jumlah					
Jumlah Dalam %					100 %

3. Buat laporan hasil survey!
4. Apa kesimpulan dari hasil survey di atas?
5. Apa saran untuk siswa/teman kalian?
6. Apa saran untuk sekolah?
7. Presentasikan dan diskusikan di kelas!

E. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

4. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
5. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (review dan penerapan) yang diberikan.
6. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

Rubrik Penilaian

5. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4
6. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)
7. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$
8. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/ Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/ Kurang Baik
1	0-45	D	

PENILAIAN HASIL BELAJAR
BAB 3

Nama Siswa : ....

KD : Menerapkan prosedur Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada sistem instrumentasi industri

2. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. PenilaianPengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Penerapan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Tugas Proyek	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

........................., ...

Penilai

....

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

BAB
4

KATA KUNCI:

Logam
, Ferro,
Non Ferro,
Metalloid



Bahan Logam dan Non Logam

Deskripsi

Pemakaian bahan logam dan non logam telah ada sejak jaman dahulu, dan selalu berhubungan dengan berbagai macam kebutuhan manusia seperti perhiasan, alat rumah tangga, perkakas, transportasi, pakaian, komunikasi, rekreasi, dan sebagainya. Ahli sejarah mengukur perkembangan peradaban manusia dari kemampuannya memproduksi dan mengolah bahan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, misalnya jaman batu, dan jaman perunggu.

Dengan berkembangnya kebutuhan dan macam ragam bahan yang dipergunakan, lahirlah ilmu yang khusus mempelajari bahan. Di dunia teknik dikenal ilmu bahan yang menjelaskan tentang sifat-sifat, struktur, pembuatan, pengerjaan dan penggunaan dari berbagai bahan baik logam maupun non logam.

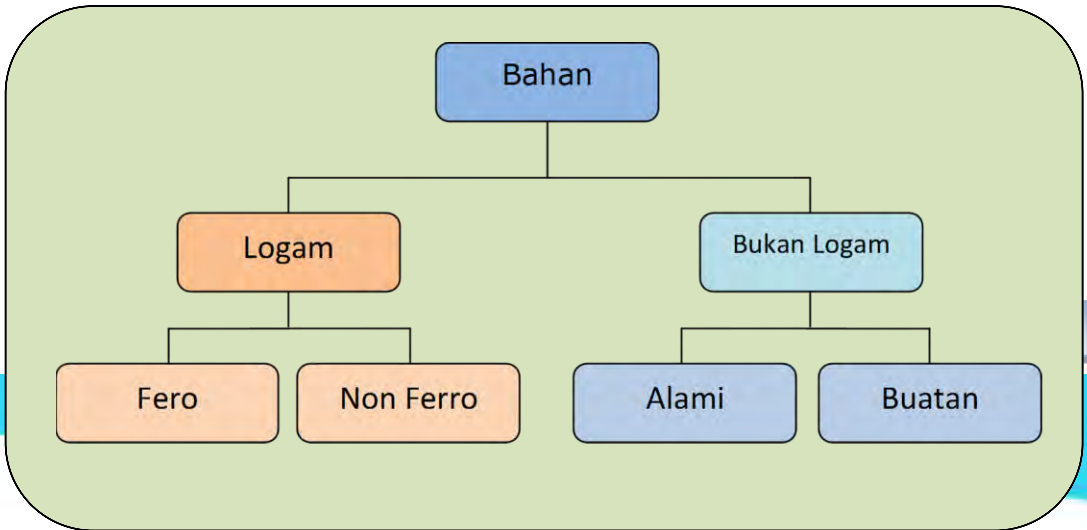
Pembelajaran material/bahan logam dan non logam berfungsi untuk mengembangkan kemampuan siswa untuk dapat mengidentifikasi dan memilih bahan teknik yang sesuai untuk digunakan dalam lingkup pekerjaan instrumentasi industri. Dengan kemampuan siswa memilih jenis dan karakteristik bahan logam dan non logam, diharapkan siswa Kompetensi Keahlian Teknik Instrumentasi Industri dapat melakukan penanganan bahan sesuai karakteristiknya, menerapkannya pada perencanaan pembuatan benda kerja, serta mampu memilih jenis pengerjaan bahan sesuai jenis bahan yang digunakan.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Bab 4 ini, Kamu diharapkan ;

1. Mampu mengidentifikasikan bahan logam berdasarkan jenis dan karakteristik
2. Mampu memilih jenis dan karakteristik bahan logam sesuai perencanaan produk
3. Mampu mengidentifikasikan bahan non logam berdasarkan jenis dan karakteristik
4. Mampu memilih jenis dan karakteristik bahan non logam sesuai perencanaan produk

Peta Konsep



Rencana Belajar Siswa

Pada hari ini, ... tanggal ....tahun .... Guru beserta siswa merencanakan pelaksanaan kegiatan belajar sebagaimana tabel di bawah ini

No	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Catatan Perubahan
1	Memahami bahan logam				
2	Memahami bahan non logam				
3	Menyelesaikan tugas proyek				

............................., ...

Guru | Orangtua/Wali Siswa | Siswa

.... | .... | ....

Uraian Materi

Semua unsur yang ada disekitar kamu merupakan material atau bahan, baik bahan yang bersumber dari alam langsung maupun melalui pengolahan terlebih dahulu. Berbagai aktivitas kamu dimulai dari tidur dari kasur berbahan busa, mandi dengan air, gayung dan kran plastik, menggosok gigi dengan sikat dari bahan plastik, berpakaian atau memakai baju juga terbuat dari bahan kapas, sepatu dari kulit, pergi ke sekolah naik motor, menulis menggunakan kertas. Intinya semua aktivitas manusia tidak terlepas dari bahan

Tuhan Yang Maha Pencipta, telah memberikan bumi dan seisinya adalah untuk bekal kehidupan manusia di dunia. Dengan akal dan pikiran yang dikaruniakan, manusia menemukan apa yang dibutuhkannya baik yang ada di atas bumi maupun didalam perut bumi. Tentu saja semua yang dimanfaatkan manusia dari alam ini tidak bersifat kebetulan adanya, namun telah diciptakan Tuhan sempurna untuk kehidupan manusia. Hanya Manusia yang memiliki akal, pikiran dan pengetahuan yang dapat memanfaatkan ciptaan Tuhan dengan optimal.

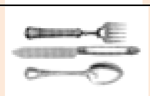
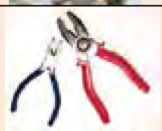
Bahan Teknik adalah semua unsur atau zat yang berbentuk padat, cair, atau gas yang banyak di gunakan untuk kebutuhan keperluan dunia teknik atau industri. Bahan padat seperti; logam, keramik, plastik, kaca, karet,kayu. Bahan cair seperti pelumas, air, bensin, solar, bahan kimia lain. Dalam bentuk gas seperti oksigen, asetilin, hidrogen, CO_2 dan lainnya. Material/bahan yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan

manusia digolongkan dalam dua jenis, yaitu bahan logam dan bahan non logam. Perhatikan tabel 4.1, berikan tanda ceklis sesuai jenis bahannya.

Eksplorasi

Tabel 4.1
Contoh Bahan Logam dan Non logam
(*Beri tanda √ sesuai jenis bahannya*)

No	Gambar	Nama Benda	Jens Bahan	
			Logam	Non logam
1		Cangkir minum		
2		Poros dan baling-baling kapal laut		
3		Keris		
		Sarung keris		
4		Ban mobil		
5		Jaket hujan		
6		Botol minuman dan hiasan		
7		Macam-macam roda gigi		

No	Gambar	Nama Benda	Jens Bahan	
			Logam	Non logam
8		Dandang		
9		Komponen elektronik		
10		Rantai Sepeda motor		
11		Garpu, sendok, pisau		
12		Batu bata		
13		Tang		
14		Cangkir minum		
15		Busi dan dus pembungkus		

Renungkan

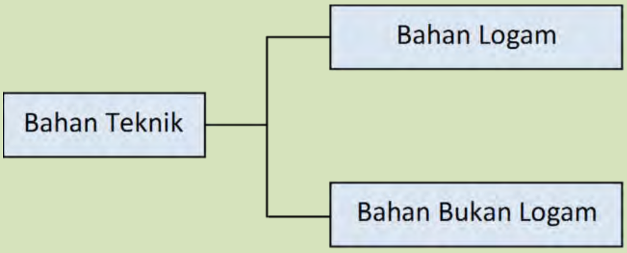
Setelah Kamu mengidentifikasi contoh bahan logam dan non logam di atas, adakah kamu temukan karakteristik (ciri khusus) dari bahan logam dan non logam tersebut?

Adakah bahan-bahan di atas dapat diperbaharui manusia?

TIDAK!

Semua bahan yang ada di alam ini diciptakan dan dimusnahkan oleh Tuhan Yang Kuasa, Manusia hanya mengupayakan menumbuhkan pohon, namun Tuhan Yang Menghidupkannya

Secara umum bahan teknik digolongkan dalam kelompok logam, non logam dan *metaloid* (menyerupai logam) yang sebenarnya termasuk bahan non logam.



Gambar 4.1 Pembagian Jenis Bahan

Logam merupakan unsur kimia yang mempunyai sifat kuat, keras (tahan goresan, potongan atau keausan), liat, kenyal, penghantar panas dan listrik yang baik, dapat ditempa/diubah bentuk dan umumnya bertitik cair tinggi.Pada umumnya logam terdapat di alam (tambang) dalam bentuk bijih-bijih berupa batuan atau mineral. Bijih logam tersebut masih terikat dengan unsur-unsur lain sebagai oksida, sulfida atau karbonat.

MINERAL DAN BEBATUAN

Mineral : Bahan yang mempunyai bentuk dan ciri khusus serta mempunyai susunan kima yang tetap.

Batu-batuan: Kombinasi antara dua macam atau lebih mineral dan tidak mempunyai susunan kimia yang tetap.

Bijih : Mineral atau bebatuan yang mengandung satu macam atau beberapa macam logam dalam persentase yang cukup untuk dijadikan bahan tambang.

Bahan non logam alami maupun buatan, seperti batu, kayu, tanah, kertas, plastik, kaca, keramik sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk memenuhi rumah tangga maupun kebutuhan industri. Untuk beberapa keperluan Bahan Non logam digunakan sebagai bahan pengganti logam karena memiliki sifat yang mirip dengan logam.

Jenis bahan yang sangat beragam memiliki karakteristik masing masing yang berbeda, sehingga perlu diketahui karakteristik setiap bahan untuk dapat menentukan pemakaian yang terbaik untuk sebuah benda produksi. Penentuan bahan yang tepat untuk kegunaan tertentu pada dasarnya merupakan gabungan dari berbagai sifat, lingkungan dan cara penggunaan sampai di mana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.



Asosiasi

Diskusikan dan jelaskan
makna Gambar 4.2 dibawah ini,



Gambar 4.2 Hubungan Perencanaan, Fungsi produk, Harga, Bahan , Produksi dan Kebutuhan Pasar

A. Bahan Logam

1. Pengelompokan Jenis Logam

Dalam perkembangan peradaban manusia, logam menempati peranan yang sangat penting. Dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak terlepas dari penggunaan logam, begitu pula dalam dunia industri. Kelanjutan hidup manusia maupun perkembangan industri memerlukan penguasaan tentang logam. Logam dikelompokan menjadi dua jenis, yaitu logam ferro yang mengandung besi, dan logam non ferro atau logam bukan besi.

Dari semua jenis logam dapat digolongkan menjadi logam murni dan logam paduan. Dalam penggunaan dan pemakaian pada umumnya, logam tidak merupakan logam murni, melainkan logam paduan. Logam murni dalam pengertian ini adalah logam yang tidak dicampur dengan unsur lainnya atau pengertian lain yaitu yang diperoleh dari alam (hasil tambang) dalam keadaan murni dengan kadar kemurnian 99,99 %.

Perlu di ketahui :

Paduan tunggal : Paduan Logam yang menggunakan sebuah unsur paduan, contohnya; Baja + Nikel.

Paduan Majemuk : Paduan yang menggunakan lebih dari satu unsur paduan, contohnya; Baja + Aluminium + Wolfram + Timah

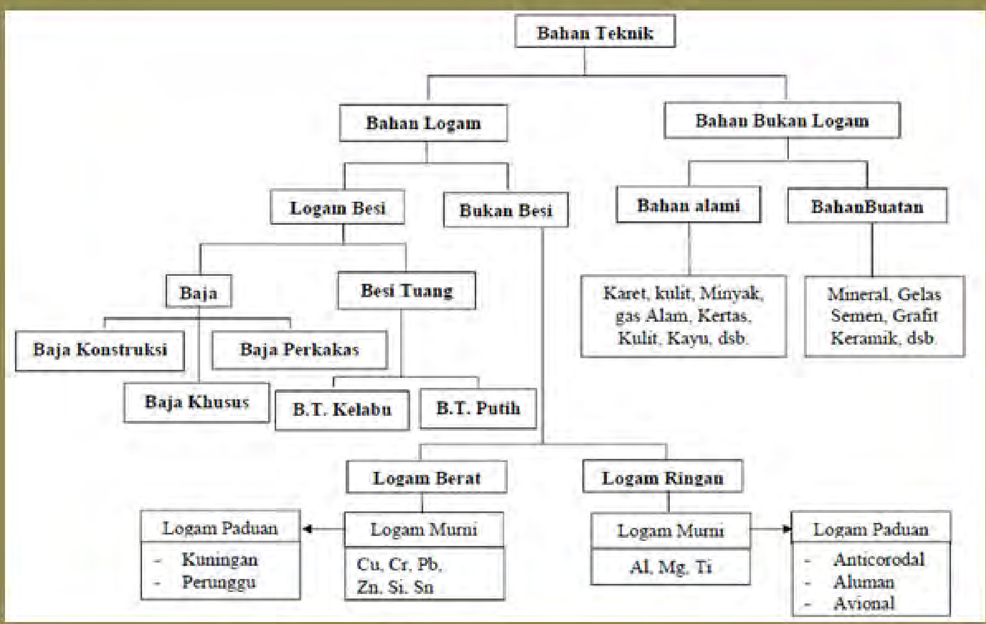
Logam paduan artinya logam yang dicampur dengan logam lain atau bahkan dicampur dengan non logam dalam keadaan homogen dengan satu atau lebih unsur paduan untuk memperbaiki sifat-sifat yang diinginkan misalnya agar lebih kuat, lebih ringan, lebih tahan aus maupun tahan karat (korosi). Dengan memadukan dua logam atau lebih dapat diperoleh sifat-sifat yang lebih baik dari pada logam aslinya. Memadukan dua logam yang lemah dapat diperoleh logam paduan yang kuat dan keras. Misalnya tembaga dan timah, keduanya adalah logam yang lunak, bila dipadukan menjadi logam yang keras dan kuat dengan nama perunggu. Besi murni adalah bahan yang lunak sedangkan zat arang (non logam) adalah bahan yang rapuh, paduan besi dengan zat arang menjadi baja yang keras dan liat.

Selain pengelompokkan di atas, logam dibedakan juga menjadi lima jenis logam, yaitu :

a. Logam berat adalah logam yang memiliki berat jenis lebih besar dari 5 kg/dm^3, misalnya : nikel, kromium, tembaga, timah, seng, dan besi.

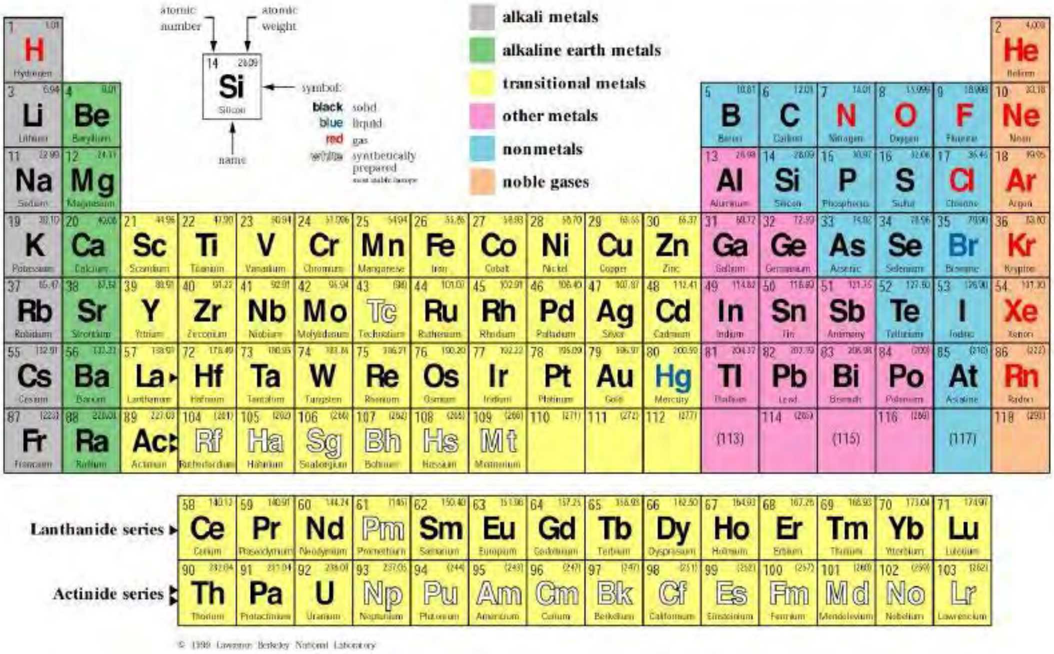
b. Logam ringan adalah logam yang memiliki berat jenis kurang dari 5 kg/dm^3, misalnya : aluminium, magnesium, natrium, titanium, dan lain-lain.
c. Logam mulia adalah logam yang tidak dicampur dengan logam lain atau unsur lain sudah dapat digunakan sebagai bahan teknik, misalnya emas, perak dan platina.
d. Logam refraktori yaitu logam tahan api, misalnya; wolfram, molebdenum, dan titanium.
e. Logam radioaktif, misalnya : uranium dan radium.

Untuk lebih mudah memahami pengelompokan bahan logam, perhatikan gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Pengelompokkan Jenis Bahan

Tabel 4.2
Tabel Periodik





Asosiasi

Identifikasi Jenis Logam

Coba Kamu amati peralatan dirumah dan di sekolah yang terbuat dari logam;

1. Apakah logam yang dipergunakan tersebut merupakan logam murni atau logam paduan?
2. Adakah dari logam tersebut yang berkarat?

Berdasar pengamatan yang telah kamu lakukan isilah tabel 4.2, kemudian diskusikan bersama di kelas;

1. Mengapa logam tertentu berkarat?
2. Bagaimana mencegah terjadinya karat?

Tabel 4.3
Identifikasi Jenis Logam

No	Nama Alat Berbahan Logam	Jenis Logam		Berkarat	
		Murni	**Paduan**	**Ya**	**Tidak**
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Pada pembelajaran kimia, kamu telah mempelajari tabel periodik sebagaimana tabel 4.4. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa untuk membedakan antara satu unsur dengan unsur yang lain, setiap unsur diberikan lambang kimia dengan simbol yang tidak sama.

Tabel 4.4
Daftar Unsur KimiaLogam

NO	Nama Unsur Latin	Nama Unsur Indonesia	Simbol
1	Hydrogen	Hidrogen	H
2	Oxygen	Oksigen	O
3	Fosfor	Fosfor	P
4	Silicon	Silikon	Si
5	Sulfur	Belerang	S
6	Carbon	Karbon	C
7	Mercury	Air raksa	Hg
8	Aluminium	Aluminium	Al
9	Ferrum	Besi	Fe
10	Aurum	Emas	Au
11	Chrom	Krom	Cr
12	Calsium	Kalsium	Ca

13	Kalium	Kalium	K
1	Cobalt	Kobalt	Co
15	Magnesium	Magnesium	Mg
16	Manggan	Mangan	Mn
17	Molibden	Molibden	Mo
18	Natrium	Natrium	Na
19	Nickel	Nikel	Ni
20	Platinium	Platina	Pt
21	Argentum	Perak	Ag
22	Zink	Seng	Zn
23	Cuprum	Tembaga	Cu
24	Plumbum	Timah hitam	Pb
25	Tin	Timah putih	Sn
26	Titanium	Titanium	Ti
27	Uranium	Uranium	U
28	Vanadium	Vanadium	V
29	Wolfram	Wolfram	W
30	Zirkonium	Zirkonium	Zr

2. Sifat Logam

Sifat material yang berkaitan dengan pemakaiannya meliputi sifat mekanik, sifat fisik dan sifat kimia

a. Sifat Mekanis

Material dalam penggunaannya dikenakan gaya atau beban, sifat mekanis adalah kemampuan suatu logam untuk menahan beban yang dikenakan padanya, karena itu perlu diketahui karakter material agar deformasi yg terjadi tidak berlebihan dan tidak terjadi kerusakan atau patah, sifat mekanis material tergantung pada komposisi kimia dan struktur mikro.

Beban yang diterima suatu bahan dapat berupa beban statis atau beban dinamis, pada suhu biasa, suhu tinggi maupun suhu dibawah 0ºC. Beban statis adalah pembebanan yang besar maupun arahnya tetap setiap saat, misalnya beban tarik, tekan, lentur, geser atau kombinasi dari beban tersebut. Beban dinamis adalah pembebanan yang besar maupun arahnya berubah setiap waktu, misalnya beban tiba-tiba, beban berubah-ubah maupun beban jalar Sifat mekanis meliputi kekuatan

bahan (*strength*), kekerasan, elastisitas, kekakuan, plastisitas dan kelelahan bahan.

1) Kekuatan bahan (*Strength*)

   Ukuran besar gaya yang diperlukan utk mematahkan atau merusak suatu bahan. Kekuatan bahan sangat bervariasi menurut beban yang diberikan, baik beban statis maupun beban dinamis.

2) Kekerasan(*Hardness*)

   Ketahanan bahan terhadap penetrasi pada permukaannya berupa goresan atau penekanan.

3) Elastisitas

   Elastisitas adalah kemampuan untuk kembali ke bentuk semula setelah menerima beban yang mengakibatkan perubahan bentuk. Jika suatu bahan dibebani melebihi batas elastisitasnya, bahan akan berubah bentuk dan melemahkan stuktur serta membahayakan konstruksi dari bahan tersebut.

4) Kekakuan

   Kemampuan suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk bila menerima beban dan didefinisikan sebagai *Modulus Young*.

5) Plastisitas

   Kemampuan suatu bahan padat untuk mengalami perubahan bentuk tetap tanpa ada kerusakan. Plastisitas suatu bahan akan bertambah jika suhunya naik.

6) Kelelahan bahan(*Fatique*):

   Ketahanan bahan terhadap pembebanan dinamik, kemampuan suatu bahan untuk menerima beban yang berganti-ganti dimana tegangan maksimum diberikan pada setiap pembebanan. Sifat ini sangat diperlukan untuk pembuatan bagian-bagian mesin.

7) Kekuatan tarik (*Tensile strength*)

   Kekuatan maksimun bahan logam yang dapat menerima beban tarik.

8) Ketangguhan (*Toughness*)

   Jumlah energi yang mampu diserap bahan sampai terjadi perpatahan

9) Keuletan (*Ductility*)

Berhubungan dengan besar regangan sebelum perpatahan

10) Kekuatan luluh (*Yield strength*)

Kekuatan bahan terhadap deformasi awal

11) Patahan (*Failure*)

b. Sifat Fisik

Sifat fisik adalah kelakuan bahan karena mengalami peristiwa fisika, seperti pengaruh panas dan listrik. Jadi logam akan kembali ke sifat dasar semula jika pengaruh panas dan listrik ditiadakan. Beberapa sifat fisik adalah titik lebur (*melting point*), kepadatan (*density*), hantar panas(*thermal conduction*) dan daya hantar listrik (*electricity conduction*).

c. Sifat kimia

Sifat kimia adalah kemampuan suatu bahan untuk mengalami peristiwa kimia, seperti korosi yang merupakan reaksi kimia antara bahan itu sendiri dengan lingkungannya.

d. Sifat Pengerjaan

Sifat pengerjaan atau sifat teknologis bahan adalah kelakuan yang ditimbulkan dalam proses pengolahannya yang harus diketahui terlebih dulu sebelum pengolahan dilakukan. Ada dua macam pengerjaan, yaitu :

1) Pengerjaan dingin, dilakukan untuk menambah kekerasan, kekuatan dan kerapuhan bahan tetapi kemampuan bengkoknya berkurang.
2) Pengerjaan panas, dilakukan diatas temperatur rekristalisasi, yaitu tahap deformasi logam. Beberapa contoh sifat Teknologis adalah :
   a). mampu las (*weld ability*)
   b). mampu cor (*cast ability*)
   c). mampu keras (*hardenability*)
   d). mampu mesin (*machine ability*)

Diskusikan dan Simpulkan

Beban Pada Jembatan

Jembatan merupakan sarana transportasi yang penting bagi masyarakat, perhatikan bahwa kendaraan yang berjalan diatas jembatan memiliki ukuran berat berbeda, kecepatan melaju berbeda.

Diskusikan dengan temanmu dan simpulkan;

- Sifat-sifat apakah yang harus dimiliki rangka jembatan agar mampu menahan beban seperti tergambar di atas?

3. Bahan Fero

Sebagaimana di jelaskan di atas, bahan logam dibedakan menjadi Logam Besi (ferro), yaitu semua jenis logam yang mengandung unsur besi hingga 100%. Logam besi sendiri dikelompokkan menjadi *baja* dan *besi tuang*. Dari segi proses pembuatan logam besi atau logam ferro juga dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu:

a. Baja, Adalah sebuah paduan dari besi karbon dan unsur-unsur lain, dimana kadar karbonnya jarang melebihi 2%. Jenis-jenis baja seperti baja bukan paduan (baja konstruksi), baja paduan (baja perkakas dan baja khusus).

b. Besi tuang, adalah paduan dari besi, karbon dan hampir selalu silicium serta unsur-unsur lain. Kadar karbonnya biasanya terletak antara 2,5 dan 4%, tetapi dalam hal khusus dapat lebih rendah atau lebih tinggi. Jenis-jenis besi tuang seperti besi tuang putih, besi tuang kelabu, besi tuang noduler.

4. Bahan Non Fero

Logam Bukan Besi (Non Ferro) adalah semua logam yang tidak mengandung unsur besi atau hanya sedikit mengandung unsur besi.

Logam bukan besi dikelompokkan lagi menjadi logam berat dan logam ringan. Logam berat, Adalah logam bukan besi yang mempunyai berat jenis tinggi (masa jenis > 5000 kg/m^3). Logam yang paling penting adalah tembaga (Cu) karena logam ini banyak juga digunakan dalam bentuk murni, tetapi kebanyakan sebagai paduan tembaga seperti kuningan dan perunggu. Jenis logam berat yang lain seperti timbel (timah hitam), timah putih, nikel, dan chrom.

Logam ringan, adalah logam-logam bukan besi yang mempunyai berat jenis rendah (masa jenis < 5000 kg/m^3), terutama Aluminium dan Magnesium. Aluminium banyak dipakai dalam bentuk murni, tetapi lebih sering sebagai aluminium paduan. Aluminium banyak juga dipadu dengan *silicium* (silumin), tembaga (duralium), dan magnesium. Magnesium boleh dikata tidak digunakan dalam dunia teknik dalam keadaan tidak terpadu. Paduan-paduan magnesium dinyatakan juga dengan nama kumpulan elektron. Titanium jarang sekali dipakai dalam dunia teknik, oleh karena sangat mahal harganya. Ia merupakan bahan yang sangat ringan dengan kekuatan yang tinggi karena itu dipakai dalam penjelajahan ruang angkasa.

a. Tembaga (Cu)

Tembaga diperoleh dari bijih tembaga, biasanya mengandung besi, timah hitam, seng dan sedikit emas dan perak. Ada 3 macam bijih tembaga yang biasanya merupakan senyawa sulfide, yaitu :

1) $CuFeS_2$, mengandung 34 % Cu
2) CuS, mengandung 79% cu
3) Senyawa Oksida CuO, mengandung 88% Cu



Gambar 4.4 Macam-macam penggunaan tembaga

Tembaga dapat dikerjakan baik dengan cara panas maupun dengan cara dingin, pada pengerjaan panas diperlukan suhu antara 800-900ºC. Sifat-sifat tembaga :

1) Sifat mekaniknya baik
2) Tahan korosi
3) Daya hantar panas dan listrik baik
4) Mampu dikerjakan dengan mesin
5) Mudah disolder dan di las
6) Bj 8,9 dan titik cair 1083ºC
7) Temperature tempa lebih rendah dibanding dengan logam non ferro

Pemakaian tembaga :

1) refrigerator
2) Alat-alat listrik
3) Sebagai bahan pembuat rol cetakan kain
4) Sebagai bahan kawat listrik dengan cara ditarik
5) Sebagai bahan pembuat perunggu dan kuningan
6) Untuk pipa saluran minyak, kran saluran uap dan pipa-pipa kecil

Paduan tembaga

Kuningan (Cu+Zn)

Perunggu (Cu+Sn)

Perunggu Al (Cu+Sn+Al)

Perunggu Be (Cu+Sn+Be)

Cu+Ni

Cu+Ag

Sifat paduan tembaga:

- Konduktifitas listrik dan panas tinggi
- Tidak bersifat magnit
- Tahan korosi

Aplikasi

- Komponen listrik dan elektronik
- Pegas
- Cartridge
- Pipa
- Penukar panas
- Peralatan panas
- Perhiasan

b. Mangan (Mn)

Mangan biasanya dipakai dalam bentuk paduan dengan cara dipadukan dengan logam lain untuk memperbaiki sifat-sifat logam dasar. Paduannya dapat berupa tunggal maupun paduan majemuk. Pemakaian Mn :

1) Sebagai unsur paduan baja perkakas, mengandung 0,3 – 0,45% Mn
2) Sebagai unsur paduan baja konstruksi, mengandung 0,5 – 0,6% Mn



Gambar 4.5 Macam-macam pasir mangan

3) Baja-Mn dengan kadar 0,7 – 2% Mn dan 0,1 -0,8% C mempunyai kekerasan dan sifat yang baik sehingga mudah dikerjakan secara mekanis untuk pembuatan mur-baut, paku keling, batang penggerak, pegas dan benda-benda pres.

c. Nikel (Ni)

Sifat-sifat Nikel adalah :

1) Cukup keras, bj 8,7 kg/dm^3 dan titik lebur 1.455ºC.

2) Sangat liat
3) Mudah dibentuk dalam keadaan panas dan dingin
4) Tahan korosi



Gambar 4.6 Macam-macam pemanfaatan nikel

Pemakaian Nikel :

1) Sebagai unsur paduan menjadi Baja Nikel, untuk pembuatan poros engkol, roda gigi, pipa dan plat.
2) Dicampur dengan tembaga menjadi Nikalin, alpaga (untuk pembuatan sendok)
3) Sebagai bahan pelapis besi dan baja agar tahan karat.

Sifat paduan nikel

- Kuat
- Getas
- Tahan korosi pada suhu tinggi

Elemen pemadu nikel: Cr, Co, Mo dan Cu

- Paduan nikel base = superalloy
- Paduan nikel tembaga = monel
- Paduan nikel krom = inconel
- Paduan nikel krom molybdenum = hastelloy
- Paduan nikel kron besi = nichrome
- Paduan nikel besi = invar

d. Uranium (U)

Sifat-sifat Uranium :

1) Bj 18,7 kg/dm^3

2) dalam keadaan murni malleable (liat) dan mudah dibentuk

3) menstabilkan karbida keras

Pemakaian Uranium pada umumnya sebagai bahan amunisi dan persenjataan

e. Aluminium (Al)

Sifat-sifat Al :

1) Daya hantar panas dan lintrik baik
2) Ringan, bj 2,7 kg/dm^3
3) Titiklebur 600ºC
4) Mudah dicetak
5) Tahan karat
6) Non magnetis



Gambar 4.7 Macam-macam pemanfaatan almunium

Pemakaian Aluminium :

1) Sebagai badan pesawat terbang
2) Sebagai unsur paduan untuk membuat torak/piston
3) Sebagai alat rumah tangga dengan cara dicor maupun di pres
4) Sebagai bahan pelapis
5) Pembuatan pipa
6) Sebagai bahan bangunan

f. Magnesium (Mg)

Sifat-sifat Magnesium :

1) Ringan, bj 1,7 kg/dm^3
2) Lunak
3) Titik cair 800ºC

4) Tahan korosi



Gambar 4.8 Pemanfaatan Magnesium untuk komponen satelit

Pemakaian Magnesium :

1) Fotografi
2) Sebagai bahan bangunan
3) Sebagai unsur paduan logam non ferro

Logam ter-ringan dan penyerap getaran yg baik

Aplikasi:

1) Komponen pesawat & missil
2) Mesin pengangkat
3) Perkakas
4) Tangga
5) Koper
6) Sepeda
7) Komponen ringan lainnya.

g. Kobalt (Co)

Sifat-sifat Kobalt :jika dipadu dengan baja akan menghasilkan sifat keras, tahan panas dan tahan aus. Pemakaian Kobalt Dipadu dengan baja banyak digunakan untuk :



Gambar 4.9 Pemanfaatan Kobalt untuk perkakas

1) Konstruksi pesawat terbang
2) Perkakas
3) Pembuatan konstruksi tahan panas

h. Timah Putih/Timah (Sn)

Sifat-sifat Timah :

1) Titik cair rendah (232ºC)
2) Bj 7,3 kg/dm^3
3) Tahan udara lembab
4) Kekerasan dan kekuatannya sangat rendah
5) Termasuk logam Lunak
6) Tahan korosi

Pemakaian Timah :

1) Untuk pembuatan kertas staminol (grenjeng) dengan cara digilas, sebagai pembungkus rokok atau makanan
2) Dicampur dengan Pb maximal 10% untuk pembuatan kaleng makanan
3) Untuk campuran logam Britania (pembuatan sendok, asbak dan tempat air)
4) Untuk paduan pembuatan blok bantalan
5) Sebagai bahan patri lunak (solder)



Gambar 4.10 Macam-macam pemanfaatan timah

i. Timah Hitam/Timbal (Pb)

Sifat-sifat Pb :

1) Berwarna kebiru-biruan
2) Agak lunak
3) Bj 11,4 kg/dm^3
4) titik cair 274ºC
5) Sangat tahan reaksi kimia
6) Tahan korosi

Pemakaian Timah hitam :

1) Untuk melapisi kabel listrik dalam tanah atau dalam air
2) Untuk membuat pipa-pipa dalam industry kimia
3) Untuk membuat plat accu dan sel accu
4) Sebagai bahan cap loomeni dan loodwit
5) Untuk pembuatan logam huruf dengan dicampur Sn dan Sb (antimon)
6) Sebagai bahan pelapis pada pipa air
7) Sebagai pemberat kail dan jala
8) Untuk pembuatan peluru senapan
9) Membuat cat

j. Wolfram (W)

Sifat-sifat Wolfram :

1) Keras
2) Bj 20 kg/dm^3
3) Titik cair 3.400ºC
4) Titik didih 5.900ºC

5) Dapat digilas menjadi lembaran



Gambar 4.11 Macam-macam pemanfaatan wolfram

Pemakaian Wolfram :

1) Sebagai unsur paduan pembuatan baja paduan majemuk
2) Pembuatan baja perkakas potong
3) Sebagai filament lampu pijar
4) Dibidang elektronika untuk pembuatan Katoda dan Tabung electron
5) Untuk elektroda, unsur pemanas dan tabung sinar X

k. Seng (Zn)

Sifat-sifat Seng :

1) Berwarna kelabu muda
2) Bj 7,1 kg/dm^3
3) Titik cair 149ºC
4) Pada suhu 130-150ºC kenyal dan dapat dipecah-pecah sehingga dapat digiling
5) Tahan korosi



Gambar 4.12 Macam-macam pemanfaatan seng

Pemakaian Seng :

1) Sebagai bahan pelapis besi atau baja agar tahan karat, baik secara galvanis maupun dicelup
2) Sebagai bahan elemen batu bateray
3) Untuk pembuatan cliché pada zinkografi
4) Sebagai bahan atap dan pintu

l. Khrom (Cr)

Sifat-sifat Khrom :

1) Berwarna putih abu-abu
2) Berat jenis 6,5 kg/dm^3
3) Titik cairnya 1578 ºC
4) Sangat keras tapi rapuh



Gambar 4.13 Macam-macam pemanfaatan crom

Pemakaian Khrom :

1) Sebagai unsur paduan baja menjadi Baja-Cr untuk menambah kekuatan tarik
2) Sebagai bahan penyemen pada as, poros engkol dan roda gigi.

m. Vanadium (V)

Sifat-sifat Vanadium :

1) Berwarna putih
2) Agak keras tapi rapuh
3) Bj 5,7 kg/dm^3
4) titik cair 1715ºC



Gambar 4.14 Macam-macam pemanfaatan vanadium

Pemakaian Vanadium :

1) Sebagai unsur paduan untuk pembuatan baja khusus. Baja 0,1 – 0,2% Va mempunyai kepadatan tinggi.
2) Sebagai bahan pembuat baja potong (pahat bubut, mata bor, gergaji)
3) Sebagai bahan pembuat baja potong cepat

Perlu di ketahui :

Logam paduan atau logam campur diperoleh dengan melebur bersama-sama antara logam asal dengan logam yang dicampur dalam perbandingan tertentu.Biasanya logam yang titik cairnya lebih tinggi dicairkan lebih dulu. Ada 2 macam logam campur, yaitu:

1. logam campur jenis besi (ferro alloys) dengan susunan induk Fe, misalnya Fe-Cr, Fe-Ni, Fe-Mn dll
2. logam campur bukan besi (non ferro alloys), logam campur yang tidak mengandung Fe, misalnya Cu-Zn, Cu-Ni-Cr, Ni-Cr-Mo-Cu-Si.

B. Bahan Non Logam

1. Penggolongan Non logam

Bahan non logam, adalah semua jenis bahan yang tidak mengandung unsur logam atau hanya sedikit mengandung unsur logam. Bahan Non logam dibedakan menjadi bahan non logam alami, yaitu bahan yang langsung diperoleh dari alam, contohnya kayu, batu, dan pasir. Serta Bahan sintetis, yaitu bahan yang diolah secara sintetis dengan cara merubah komposisi kimianya, contohnya plastik, karet sintetis, dan damar sintetis.

Bahan non logam mencakup pula bahan organik yang berasal dari alam (tumbuh-tumbuhan atau hewan atau bahan yang mengandung karbon). Karet alam, kertas, minyak, gas alam, kulit, kayu, dan plastik (termo setting dan termoplastik). Mineral-mineral, batu-batuan, semen beton, keramik, gelas dan grafit (terdiri dari karbon juga, namun memiliki struktur tersendiri) masuk ke dalam kelompok bahan anorganik. Antara bahan organik dengan bahan anorganik terdapat perbedaan mendasar. Bahan organik umumnya larut dalam cairan organik seperti alkohol, akan tetapi sukar larut dalam air. Bahan anorganik umumnya lebih tahan terhadap panas dibandingkan dengan bahan organik.

Bahan non logam tersebut menempati peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk memenuhi kebutuhan manusia dilingkup terkecil yaitu di rumah tangga begitu pula dalam lingkup yang lebih luas yaitu di dunia industri. Untuk beberapa keperluan bahan non logam digunakan sebagai bahan pengganti logam karena memiliki sifat yang mirip dengan logam, misalnya pada beberapa alat dan bagian konstruksi.

2. Bahan Non logam Buatan

a. Plastik

Plastik berasal dari minyak mineral, gas alam, batu bara, batu kapur, udara, air, binatang dan tumbuh-tumbuhan. Pengolahannya dapat dikerjakan pada proses panas dan tekanan. Pada umumnya plastik tahan korosi baik oleh atmosfer maupun oleh beberapa zat kimia, sebagian dapat terapung, cukup ulet dan kuat, dengan pewarnaan wujudnya menjadi menarik, sifat mekaniknya tidak mudah pecah dan rapuh, beberapa bahan plastic koefisien geseknya rendah.

Plastik cenderung memuai yaitu menjadi lebih panjang karena adanya beban, diatas suhu 200°C sifatnya menjadi kurang baik, Terjadi perubahan polimer selama pemakaian karena sinar ultra violet.

1) Plastik Thermosetting

Bahan baku termoseting (resin) berbentuk biji-biji kering dan bahan tambahan dimasukkan kedalam cetakan lalu dipanaskan sampai 150^0 C, kemudian ditekan dengan gayakira-kira 150 atm hingga mencair dan memenuhi model. Selanjutnya dipanasi lagi hingga bahan tersebut mengeras, lalu tutup cetakan dibuka dan benda tersebut diangkat. Macam Plastik Thermosetting dan Kegunaannya :

(a) Fenol Formaldehida

Bahan ini karena adanya polimer dasar fenol dan formaldehida dengan reaksi kondensasi. Hasil polimer murni berwarna putih susu dan lama-kelamaan menjadi lebih gelap. Butirannya dicetak dicampur dengan bahan pewarna. Salah satu nama dagang Fenolik adalah *Bakelit*.Pada prinsipnya penggunaan Fenol Formaldehida adalah untuk peralatan listrik, pegangan pintu, bahan laminasi pada isolasi listrik, bahan phenolic resin yaitu lem untuk pembuatan ply wood dan hardboard.

(b) Urea Formaldehida

Urea resin harganya lebih murah daripada Fenolik. Ciri-cirinya adalah warnanya lebih terang dan macam warnaya tak terbatas, tidak berbau, tidak berasa dan tahan air.Urea

Formaldehida digunakan untuk pembuatan lem yang tahan air, tutup botol dan alat makan.

(c) Melamin Formaldehida

Dihasilkan dengan metode yang sama dan mempunyai sifat serupa dengan FenolFormaldehida maupun Urea Formaldehida, tetapi lebih tahan air, alkali dan tahan panas.

Melamin Formaldehida digunakan untuk pembuatan alat-alat makan, peralatan rumah tangga dan bagian yang tahan terhadap larutan.

Dalam penggunaannya kadang-kadang Plastik Thermosetting diberi bahan pengisi/bahan tambahan agar diperoleh sifat yang lebih baik, misalnya untuk meningkatkan kekuatannya. Beberapa Penggunaan Plastik Thermosettting yang telah diberi Bahan Tambah, diantaranya:

(a) Ditambah bahan pengisi serbuk kayu, digunakan untuk bahan yang dapat menahan gaya tumbuk.

(b) Ditambah bahan pengisi mika, dapat digunakan pada bahan yang menahan gaya panas tinggi dan dipakai dalam teknik listrik.

(c) Ditambah bahan pengisi selulosa alfa, lebih lentur dan tahan gaya tumbuk, digunakan untuk pembuatan plastik bening/transparan.

(d) Ditambah bahan pengisi kain kapas, dapat menambah kekuatan dan mengurangi sifat pengerjaan penghalusan.

(e) Ditambah bahan pengisi kertas, dapat menambah daya tahan beban tumbuk.

(f) Ditambah bahan pengisi asbes, dapat mempertinggi kekuatan panas dan penyekatan tetapi dapat mengurangi sifat pengerjaan penghalusan.

(g) Ditambah bahan pengisi grafit, digunakan untuk pembuatan alat mesin yang bergesekan, misalnya bantalan.

(h) Ditambah bahan pengisi karbon, lebih tahan terhadap reaksi kimia dan dapat menghantarkan arus listrik.

(i) Ditambah bahan pengisi kanvas, agar lebih elastis, digunakan untuk pembuatan roda gigi yang tidak berbunyi.

2) Plastik Thermoplastik

Termoplastik merupakan bahan yang menjadi plastis karena pemanasan dan bentuknya dapat diubah dalam keadaan plastis. Macam Plastik Thermosetting dan Kegunaannya :

(a) Polietin

Terbentuk dari polimerisasi etilen yang dicampur dengan berbagai bahan tambahan yang cocok untuk dituang, misalnya lebih dari 2% karbon hitam untuk memperbaiki stabilitas bahan terhadap sinar matahari langsung, lebih dari 10% karet agar tidak mudah pecah dan pigmen untuk menghasilkan warna yang diinginkan. Polietin tahan terhadap larutan kimia, ulet, fleksibel terhadap pengaruh suhu, suhu pelunakannya rendah dan dapat dicetak menjadi berbagai macam bentuk.Polietin banyak dipergunakan untuk isolasi listrik, alat dapur, boneka dan sebagai lembaran untuk pembungkus.

(b) Polivinil Khlorida (PVC)

PVC tahan terhadap zat kimia dan larutan keras, dipergunakan untuk pembuatan tangki kimia, pipa-pipa, isolasi kawat listrik, dan mantel.

(c) Polistiren

Polistiren merupakan bahan yang rapuh dan transparan sehingga harus ditambah bahan lain untuk memperoleh sifat yang ulet, misalnya ditambah 5-25% kopolimer styrene butadiene.Polistiren tahan asam, mudah dimuaikan seperti busa padat, dipergunakan untuk isolator listrik, bagian-bagian

refrigerator, tempat makanan, boneka, busa padat, komponen body motor, dan kotak bateray.

(d) Poliamida dan Poliester/nilon

Poliamida dan Poliester dihasilkan dengan reaksi kondensasi polimerisasi, poliamida disebut juga nilon.Nilon sangat kuat, ulet, dan tahan gesek, flexible, zat kimia, tahan larutan keras dan mempunyai ketahanan tumbuk tinggi dan suhu pelunakannya tinggi (200°C).Nilon menyerap air menyebabkan berkurangnya kekuatan.Nilon dibuat serat dan dicetak untuk perlengkapan listrik, roda gigi, katup dan bantalan.

c. Asbes

Suatu jenis mineral yang terdiri atas asam kersik dan magnesium berbentuk serat, tidak kuat dan mudah putus tetapi tidak bisa terbakar sehingga tahan suhu tinggi.Mineral Khrisotil seratnya bervariasi panjang dan pendek, banyak terdapat di Pulau seram.Jenis mineral Antopilit seratnya juga bervariasi tetapi tidak dapat dipintal dan lebih tahan asam, banyak terdapat di Kebumen, Jawa Tengah.

Asbes berwarna kelabu keperak-perakan, tidak dapat terbakar dan tahan panas tinggi. Asbes berkualitas tinggi digunakan untuk pelapis rem mobil, serat asbes murni digunakan untuk keperluan kimia, tali dan kain asbes digunakan untuk pembuatan kaos tangan, baju tahan api, isolasi listrik dan panas, bahan paking dan peredam bunyi.Asbes juga dapat dipergunakan sebagai bahan bangunan.

Asbes digiling diusahakan diperoleh serat yang panjang karena harganya lebih tinggi dan pemakaiannya lebih banyak.Serat hasil penggilingan sangat lunak sehingga dicampur kapas untuk dipintal.

Perlu di ketahui :

Ekstruksi adalah proses yang menggunakan panas dan tekanan untuk melelehkan Polietin dan Polivinil Khlorida yang didorong melewati cetakan dengan ukuran yang sangat teliti pada proses bersambung

Diskusikan dan Simpulkan

Kumpulkan informasi dari berbagai sumber dan diskusikan jawaban pertanyaan berikut ini!

1. Apakah keuntungan peralatan dan perabot yang terbuat dari plastik?
2. Apakah kerugian peralatan dan perabot yang terbuat dari plastik?

3. Bahan Non logam Alami

a. Kaca

Kaca merupakan suatu zat yang terdapat pada bahan tanah kersik dalam bentuk pasir kuarsa (SiO_2), mempunyai campuran soda, potas, batu kapur dan timah hitam.

Menurut bentuknya ada kaca transparan, kaca pundar (*trans culeut*), kaca pemulangan, kaca cermin dan kaca liat. Kaca kerapatan zatnya besar , pada suhu biasa kekerasannya besar, sangat rapuh, bidang patahannya terlihat kilatan kuat, tidak larut dalam air, sangat tahan terhadap asam, gas dan uap, penghantar panas dan listrik yang

tidak baik. Kaca untuk keperluan rumah tangga, penyekat antara dua ruangan, bahan isolasi dalam teknik listrik, bagian kendaraan.

b. Keramik

Keramik merupakan bahan padat anorganik non logam. Bahan baku keramik adalah tanah liat seperti kaolin dan serisit. Keramik tidak menyerap air, dapat pecah, tahan getaran mekanis dan perubahan temperature. Keramik merupakan senyawa logam atau non logam yang mempunyai ikatan atom ionik dan kovalen, ikatan ionik dan kovalen menyebabkan keramik mempunyai titik lebur tinggi dan bersifat isolator.

Jenis keramik porselin dipakai sebagai isolator dan sekering, jenis stetit dipakai sebagai bahan isolasi pada alat pemanas, seterika, solder, sakelar dan busi. Keramik terdiri dari Keramik tradisional, disusun oleh tanah liat, silika dan feldspar. Misalnya : bata, ubin, genteng dan porselen, serta keramik murni atau teknik, disusun oleh senyawa murni.

c. Karet

Karet adalah polimer dari satuan isoprena (*politerpena*) yang tersusun dari 5000 hingga 10.000 satuan dalam rantai tanpa cabang yang terkandung pada lateks pohon penghasilnya.Pada suhu normal, karet tidak berbentuk (*amorf*). Pada suhu rendah akan mengkristal,dengan meningkatnya suhu, karet akan mengembang, pada penurunan suhu akan kembali tidak mengembang. Inilah alasan mengapa karet bersifat elastik.

Lateks diperoleh dengan melukai kulit batangnya pohon/menyayat sehingga keluar cairan kental yang kemudian ditampung. Cairan tersebut kemudian dicampur dengan asam cuka dalam bejana dari beton sehingga karet akan terapung dan disebut karet kasar. Penyempurnaannya ditambah belerang dan bahan lain secara vulkanisasi sehingga hasilnya lebih kuat dan kenyal. Sifat-sifat karet diantaranya :

1) Berat jenis 0,9 – 0,96
2) Pada suhu 0°C karet masih kenyal
3) Pada suhu dibawah 0°C karet menjadi keras dan rapuh

4) Pada suhu 50°C menjadi lunak dan lengket
5) Pada suhu 200°C karet menjadi kenyal
6) Tidak larut dalam air
7) Larut dalam bensol, tinner dan bensin
8) Karet akan rusak oleh asam- asam yang keras dan khlor.

Karet merupakan bahan utama pembuatan ban, beberapa alat kesehatan, alat-alat yang memerlukan kelenturan dan tahan goncangan,sabuk mesin dan ban pengangkut, bahan paking dan penahan getaran, alat olah raga, mainan anak-anak, penghapus, dan alat rumah tangga.

d. Bahan Paking (Perapat)

Bahan yang digunakan untuk perapat ruangan yang berisi fluida, yaitu zat cair atau gas. Perapatannya dibedakan atas dua jenis yaitu :

1) Perapat statis, merapatkan bagian yang tidak bergerak terhadap satu sama lain, seperti paking tutup silinder head, dan karter.
2) Perapat dinamis, merapatkan bagian-bagian yang bergerak terhadap satu sama lain. Perapat dinamis meliputi perapat pada gerakan bolak-balik dan perapat pada bagian yang berputar terhadap satu sama lain.



Gambar 4.15 Macam-macam paking

Bahan paking dibedakan dalam kelompok bukan metalik, setengah metalik dan metalik.

1) Bahan paking bukan metalik.
   (a) Alat perapat statis. Perapat statis terdiri dari kertas, fiber, gabus dan klingerit. Kertas dan karton, bahan yang terbuat

dari campuran serat yang ditambah dengan perekat dan bahan pengisi.Sifatnya mudah rusak/pecah, dipakai pada saluran-saluran minyak.Fiber, bahan terdiri dari lapisan-lapisan kertas yang dijenuhkan dengan damar buatan.Digunakan sebagai paking pelat, brander las, kran pengatur, bagian-bagian pompa bensin, karburator dan pipa bensin.Gabus, bahan ini berasal dari kulit pohon gabus.Sifatnya kenyal dan tahan minyak.Klingerit, bahan ini lunak, dipakai untuk merapatkan flens saluran pipa uap, bagian dari alat yang berhubungan dengan suhu tinggi.

(b) Alat perapat statis dan dinamis Alat perapat statis dan dinamis meliputi kulit, karet, tembaga asbes, Politetrafluoreten, Aluminium plastic, Paking cincin, dan Cincin pembalik minyak. Kulit, dibuat dari kulit binatang yang disamak dengan asam krom mineral dinamakan kulit krom. Kulit selain dipakai dalam bentuk gelang juga paking pelat-pelat, dalam bentuk manset digunakan sebagai perapat untuk batang, digunakan pada pompa tekanan tetap dan tekanan berubah-ubah. Karet, terbuat dari karet alam dan karet sintetis karena kekenyalanya yang besar termasuk bahan paking yang terbaik.Akan tetapi bahan paking ini hanya sesuai untuk media tertentu yaitu pada suhu, tekanan, dan kecepatan yang tidak terlampau tinggi.Paking karet digunakan untuk perapat pip-apipa air. Tembaga Asbes,sangat tahan terhadap suhu tinggi, digunakan sebagai paking kepala silinder. *Politetrafluoreten*, ialah plastik termoplastis dalam keadaan murni daya tahan kimianya baik dan daya tahan suhunya kira-kira 260 ^{0}C akan tetapi, bahan ini sering juga ditambahkan kepada asbes sebagai bahan impegnasi. Digunakan sebagai paking pelat dan paking sumbat tabung dan tersedia dalam berbagai macam bentuk. *Aluminium plastic*, pada suhu tinggi paking ini menjadi keras dan berpadu sehingga menutup dengan sempurna. Paking cincin, terbuat dari baja lunak, dipakai sebagai perapat bertekanan tinggi

seperti sambungan flens saluran pipa uap. Cincin pembalik minyak; elastis, terbuat dari karet sintetis, tahan minyak, digunakan pada mesin yang ditempatkan dalam ruangan yang kotor dan berdebu.

2) Bahan paking setengah metalik.

Bahan paking setengan metalik meliputi; Alat perapat statis Karet dengan kasa tembaga, tersedia dalam bentuk palet.Asbes dengan kasa tembaga, paking ini terdiri dari kain asbes yang ditenun dengan tembaga. Keseluruhannya diimpregnasikan dengan suatu massa tahan panas dan kemudian diberi grafit pada salah satu sisi atau kedua belah sisinya. Asbes dengan kasa baja, pada kedua belah sisi kasa baja yang ditenun rapat dan kuat ditempelkan dengan tekanan tinggi suatu lapisan tipis.Asbes dengan salut tembaga yang tipis, asbes diberi satu lapisan tipis salut tembaga dan dapat diperoleh sebagai barang jadi (gelang dan paking kepala).

3) Bahan paking metalik

Alat perapat statis, terbuat dari baja, tembaga, loyang, timbel, aluminium, dan nikel. Bahan ini digunakan dalam bentuk gelang persegi panjang, bulat, bulat telur, bentuk lensa, atau bentuk lain yang diinginkan.

e. Bahan Isolasi

Merupakan bahan yang menyekat, artinya yang tidak menghantarkan. Terdapat bahan penyekat listrik, penyekat suara, penyekat getaran, penyekat panas, penyekat bangunan, dan bahan penyekat konstruksi bangunan mesin.

1) Bahan penyekat listrik

Harus tahan terhadap tegangan, arus listrik dan tidak menghantarkan listrik, walaupun lembabnya udara dan buruknya keadaan suhu. Bahan-bahan penyekat listrik yaitu :

a) Mika, berwarna bening dan tidak bisa terbakar, dipakai pada alat pemanas, kondensator dan elemen pemanas setrika.

b) Asbes, dipakai pada oven listrik

c) Keramik yaitu porselen dan steatif, dipakai sebagai isolator, Steatif yang dipres kemudian dibakar sebagai bahan isolasi alat pemanas, setrika, solder, sakelar dan busi motor.

d) Kaca, dipakai pada lampu dan pipa

e) Lak isolasi, dipakai pada kawat

f) Tekstil dan kertas yang diintegrasikan/prespan, digunakan sebagai isolasi alur; Kain lena dan blacu untuk menggulung lilitan motor, dynamo, travo, kawat dan kabel. Kain sutera digunakan untuk lilitan kecil, kawat halus dan isolator listrik.

g) Kertas isolasi, kertas dicelup dalam paraffin dipakai sebagai penyekat kondensator, jika menggunakan kertas prespan untuk membuat lilitan sebagai bahan isolasi stator dan transformator.

h) Tekstil isolasi, dipakai sebagai kumparan

i) Polietin, polivinil khlorida, polisterin dan karet, dipakai pada kawat dan kabel

j) Formaldehida, dipakai sebagai bahan penghubung

2) Bahan penyekat suara

Harus sedikit mungkin dapat ditembus suara dan bahan ini sangat penting dalam konstruksi bangunan kapal.Zat penyekat suara yang paling baik ialah udara dinding. Sifat ini digunakan pada konstruksi dinding berganda yaitu terdiri dari dua dinding terpisah sama sekali. Bahan penyekat suara yang lain adalah pelat serat kayu, pelat kumparan lunak (*soft brand plate*), dan pelat jerami.

3) Bahan penyekat getaran

Harus dapat meredam getaran dalam konstruksi bangunan-bangunan mesin dan kendaraan.Bahan penyekat getaran yang terpenting adalah kulit dan karet.

4) Bahan penyekat panas

Bahan ini tidak boleh menghantarkan panas dari konstruksi bangunan gedung dan konstruksi bangunan mesin.Bahan penyekat panas harus memenuhi syarat koefisien panas harus rendah, daya tahan

lembabnya baik, daya tahan suhu yang tinggi, dan masa jenis yang rendah.Bahan isolasi panas diantaranya:

(a) Tembaga dan aluminium, dapat memantulkan panas kembali dengan sempurna, dipakai sebagai isolasi pancaran panas pada motor bensin dan motor diesel.

(b) Wol terak dan wol kaca, tidak tahan getaran, koefisien daya hantar rendah, dipakai untuk plat dan cetakan.

(c) Tanah kersik, koefisien daya hantar rendah, dicampur dengan serat asbes untuk pelat dan cetakan.

5) Bahan penyekat bangunan

Udara diam mempunyai koefisien daya hantar yang paling rendah yaitu 0,02 J/det ^{0}Cm. Konstruksi dinding berlapis dimana udara diam terdapat suara yang baik, juga bekerja sebagai isolasi panas yang sempurna. Bahan penyekat panas yang lain ialah, kayu, pelat serat kayu, pelat gabus, pelat damar buatan, pelat beton batu apung, pelat semen asbes, dan kertas yang dipreparasikan.

Perlu di ketahui :

Karet diyakini dinamai oleh Joseph Priestley, yang pada 1770 menemukan lateks yang dikeringkan dapat menghapus tulisan pensil.Ketika karet dibawa ke Inggris, benda tersebut dapat menghapus tanda pensil di atas kertas.Ini adalah awal penamaan *rubber* dalam bahasa Inggris.

Di tempat asalnya, di Amerika Tengah dan Amerika Selatan, karet telah dikumpulkan sejak lama.Peradaban Mesoamerika menggunakan karet dari *Castilla elastica*.Orang Amerika Tengah kuno menggunakan bola karet dalam permainan mereka). Menurut Bernal Diaz del Castillo, ConquistadorSpanyol sangat kagum terhadap pantulan bola karet orang Aztek dan mengira bahwa bola tersebut dirasuki roh setan.

Di Brasil orang lokal membuat baju tahan air dari karet. Orang Eropa pertama

Diskusikan dan Simpulkan

Coba kalian amati bahan ilsolasi pada sambungan kabel dan kawat listrik kemudian simpulkan;

- Bahan apakah yang dipergunakan sebagai isolasi ?
- Apa fungsi isolasi tersebut ?
- Apa yang terjadi jika tidak diberi bahan isolasi ?
- Untuk mengisolasi apa sajakah bahan tersebut ?

f. Bahan Pelumas

Di dalam mesin terdapat bagian-bagian yang bergerak, seperti poros engkol, torak, batang torak, katup, rantai dan sebagainya. Dengan adanya pelumas hubungan dua bagian tidak bergesekan secara langsung karena

terdapat lapisan minyak tipis (*oil film*).Untuk mengurangi kenaikan suhu dan keausan pada bagian-bagian yang bergesekan, menambah kerapatan antara torak dan silinder mengeluarkan kotoran dan mencegah karat, dapat dipergunakan minyak pelumas.

1) Minyak Binatang

   Diperoleh dengan mengolah tulang-tulang sapi sehingga disebut minyak tulang.Minyak ini titik didihnya 360°C dan tidak mudah kering.Dipergunakan untuk melumasi pada titik – titik perputaran seperti magnet dan jam.

2) Minyak Tumbuhan

   Diperoleh dari tumbuh-tumbuhan, dapat melumasi dengan baik dan mempunyai daya lekat pada logam tinggi, tetapi kental dan keruh dan dapat bersenyawa dengan asam. Dipergunakan sebagai pelumas pada motor yang didinginkan oleh udara.

3) Minyak Mineral

   Diperoleh dengan cara penyulingan, dipergunakan sebagai pelumas pada mesin otomotif. Satuan kekentalan minyak pelumas adalah SAE (*Society of Automotif Enginer*).Semakin besar angka SAE berarti minyak pelumas semakin kental. Tabel 4.5 berikut merupakan penjelasan angka SAE.

Tabel 4.5
Satuan Kekentalan Minyak Pelumas

No	SAE	Tingkat Kekentalan
1	SAE 10	Sangat encer
2	SAE 20	Encer
3	SAE 30-40-50	Setengah kental
4	SAE 60-70	kental

Minyak pelumas untuk mesin harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

(a) Derajat kekentalannya harus sesuai dengan jenis operasi mesin.
(b) Mempunyai daya lekat yang baik
(c) Tidak mudah bercampur dengan kotoran
(d) Mempunyai titik nyala(*flash point*) yang tinggi dan sukar menguap
(e) Mudah memindahkan panas dan titik bekunya rendah.



Diskusikan dan Simpulkan

Kumpulkan informasi dari berbagai sumber dan diskusikan jawaban pertanyaan berikut ini!

1. Apa yang terjadi jika rantai sepeda dan rantai sepeda motor tidak dilumasi minyak pelumas ?
2. Apa yang terjadi jika mesin otomotif dan mesin produksi tidak menggunakan minyak pelumas?

Minyak pelumas digolongkan menurut penggunaannya, berikut tabel penggolongan minyak pelumas :

Table 4.6
Penggolongan Minyak Pelumas

No	Jenis Pelumas	Pemakaian
1	ML	Pada motor bensin yang beroperasi ringan. Jenis minyak ini tidak mengandung bahan additive (bahan tambah).
2	MM	Pada motor bensin yang beroperasi sedang. Jenis minyak ini mengandung bahan tambah oxidation inhibitor untuk mencegah karat (oksidasi).
3	MS	Pada motor bensin yang beroperasi berat.
4	DG	Pada motor diesel beroperasi normal dan motor bensin. Jenis minyak ini mengandung bahan tambah detergent untuk mencegah pembentukan karbon dan oxidation inhibitor.

5	DM	Pada motor diesel beroperasi berat dan motor bensin. Jenis minyak ini mengandung bahan tambah detergent, oxidation inhibitor, dan pour point depressant sehingga minyak ini masih bisa bekerja pada suhu tinggi. Sehingga jenis minyak ini disebut juga minyak bermutu tinggi (*high grade oil*).
6	DS	Pada motor diesel berbahan bakar dengan mutu rendah, mengandung bermacam-macam bahan tambah, mutunya sangat baik tetapi harganya mahal.

4) Gemuk pelumas (Vet)

Merupakan pelumas sederhana yang mencegah karat pada logam, mencegah debu masuk kedalam tempat pelumasan dan tidak dapat menetes keluar sehingga dipakai pada poros yang bergerak lambat.

5) Vaselin

Merupakan hasil penyulingan minyak bumi, berwarna kuning dan melindungi logam dari karat, dipakai sebagai bahan pelumas pada bantalan peluru.

Perlu di ketahui :

Viscositas minyak pelumas yang terlalu rendah mengakibatkan *overheating* pada mesin, jika terlalu tinggi tahanan geseknya bertambah sehingga mesin lebih sulit dihidupkan.

g. Bahan bakar

Bahan bakar merupakan sumber energy yang dipakai pada berbagai motor bakar, baik motor pembakaran dalam maupun pembakaran luar. Ditinjau dari wujudnya ada bahan bakar padat, bahan bakar cair dan bahan bakar gas.

Bahan bakar padat dipakai pada motor pembakaran luar, seperti mesin uap, dapur baja, dan dapur tinggi. Bahan bakar padat misalnya arang kayu, arang kokas dan batu bara. Bahan bakar cair dan gas banyak dipakai pada motor pembakaran dalam seperti motor bensin, motor diesel dan motor pancar gas.

1) Bensin

   Nilai pembakaran bensin 10.000 kkal artinya bila 1 kg bensin terbakar sempurna akan menghasilkan kurang lebih 10.000 kalori. Bensin mudah menguap pada suhu biasa, tidak berwarna, jernih dan berbau merangsang, titik nyala rendah, berat jenis rendah (0,60 – 0,78), melarutkan minyak dan karet, menghasilkan panas yang tinggi (9.500–10.500 kkal/kg)dan meninggalkan sedikit sisa karbon (sisa pembakaran).

2) Solar

   Bahan bakar ini diperoleh dengan mendestilasi minyak tanah kasar, setelah dikeluarkan ligroline, bensin dan kerosin selanjutnya bahan bakar solar.Nilai bakarnya $\pm$ 9000 kkla/kg bahan bakar, sangat cocok untuk bahan bakar motor diesel.

   Bahan bakar bensin, solar dan minyak bakar termasuk minyak mineral.Minyak mineral terdapat di bumi sehingga disebut minyak bumi, yang dipergunakan untuk motor, seperti bensol, bensin, petroleum (minyak tanah) minyak gas, dan minyak diesel.

3) Bahan bakar gas

   Bahan bakar gas banyak dipergunakan untuk keperluan rumah tangga dan industry.

   1) Gas dari sumber minyak

      Bahan bakar ini disebut gas bumi, nilai bakarnya 6500 kkal/m^3, baik digunakan sebagai bahan bakar motor gas.

   2) Gas air

      Merupakan campuran dari monoksida arang (CO), dioksida arang (CO_2) dan air(H_2). Gas Air diperoleh dari uap air yang dialirkan melalui kokas yang menyala dan mempunyai suhu 1200°C sampai 1600°C.

   3) Gas generator

      Didapat dari pembakaran kokas didalam dapur generator, mempunyai nilai bakar 700 -1.000 kkal/m^3.

Perlu di ketahui :

Warna merah atau hijau pada bensin menunjukkan adanya racun kimia. Sifat mudah menguap pada bensin sangat diperlukan untuk memudahkan pencampuran dengan udara agar memungkinkan terjadinya pembakaran di dalam silinder.

Renungan dan Refleksi

Berbagai kekayaan alam telah dieksplorasi, baik yang ada di dalam tanah, di lautan, atau di permukaan bumi. Kecenderungan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup telah membawa berbagai kemajuan peradaban, namun dari itu semua dampak negatif yang ditinggalkan adalah kehancuran lingkungan akibat eksploitasi yang tidak bertanggung jawab. Bumi adalah tempat tinggal kita bersama, jika kamu turut menjaga kelestarian alam, maka kamu telah menjaga kehidupan seluruh kehidupan manusia.

Mulailah menjaga kelestarian lingkungan dengan menggunakan bahan yang dapat di daur ulang, mengurangi pemakaian plastik dan mengolah sampah secara benar.

Setelah mempelajari materi pengetahuan bahan logam dan non logam ini, kamu seharusnya sadar bahwa alam Indonesia adalah negara yang kaya dengan hasil alamnya, karenanya sebagai rasa syukur kepada Pencipta Kamu hendaknya belajar untuk dapat mengolah kekayaan alam negeri ini.

Rangkuman

Bahan dikelompokkan menjadi tiga yaitu bahan logam (*metal*), non logam (*non metal*) dan menyerupai logam (*metalloid*). Logam dikelompokkan juga menjadi logam berat, logam ringan, logam mulia, logam refraktori dan logam radioaktif.

Sifat-sifat logam yang berkaitan dengan pemakaiannya meliputi sifat mekanis, sifat fisika, sifat kimia dan sifat teknologis. Sifat Teknis material Logam perlu diketahui agar dalam pemakaiannya tidak berlawanan dengan sifat yang dimiliki. Pemakaian logam non ferro harus

disesuaikan dengan sifat-sifat yang dimiliki sehingga dapat berfungsi maksimal.

Bahan Non logam dibedakan menjadi bahan non logam alami, serta bahan non logam sintetis atau buatan, bahan non logam mencakup pula bahan organik dan bahan anorganik. Bahan non logam buatan yang banyak dipergunakan di dunia teknik diantaranya plastik, asbes, kaca, keramik, karet, bahan paking, bahan isolasi, bahan pelumas, dan bahan bakar.

Evaluasi

A. Evaluasi Diri

<table>
<tr><th colspan="6">PenilaianDiri</th></tr>
<tr><td colspan="6">Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.</td></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="4">Penilaian diri</th></tr>
<tr><th>Sangat Baik (4)</th><th>Baik (3)</th><th>Kurang (2)</th><th>Tidak Mampu</th></tr>
</table>

					(1)
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya mampu mengidentifikasikan bahan logam berdasarkan jenis dan karakteristik				
	Saya mampu memilih jenis dan karakteristik bahan logam sesuai perencanaan produk				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu mengidentifikasikan bahan non logam berdasarkan jenis dan karakteristik				
2	Saya mampu memilih jenis dan karakteristik bahan non logam sesuai perencanaan produk				

B. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar

1. Jelaskan pengertian logam!
2. Sebutkan 4 sifat logam yang berkaitan dengan pemakaiannya!
3. Jelaskan pengertian elastisitas logam!
4. Jelaskan yang dimaksud logam paduan majemuk!
5. Jelaskan pemakaian Wolfram!
6. Sebutkan sifat-sifat tembaga!
7. Jelaskan pengertian logam ringan dan berilah 2 contohnya!
8. Sebutkan 4 sifat umum plastik!
9. Apakah perbedaan antara Plastik Thermosetting dan Plastik Thermoplastik?

10. Jelaskan sifat-sifat kaca!

C. Tugas Mandiri

Proses Pembuatan Bahan Logam Dan Non Logam

Petunjuk Pelaksanaan Tugas:

1. Buatlah kelompok beranggotakan 5 atau 6 orang untuk melaksanakan tugas ini.
2. Pilih atau undi judul tugas mandiri untuk setiap kelompok, dari judul berikut ini:
   a) Proses pengolahan besi kasar
   b) Proses pengolahan Almunium
   c) Proses pembuatan Tembaga
   d) Proses pembuatan plastik
   e) Proses pembuatan karet
   f) Proses pembuatan kaca
3. Buat makalah dan kerjakan tugas tersebut selama satu minggu
4. Presentasikan hasil tugas kelompok di depan kelas

D. Penilaian

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

7. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
8. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (Review) yang diberikan.
9. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

Rubrik Penilaian

9. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

10.KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

Skor
x 4 = skor akhir

PENILAIAN HASIL BELAJAR

BAB 4

Nama Siswa : ....

KD :

7. Memilih jenis dan karakteristik bahan logam
8. Memilih jenis dan karakteristik bahan non logam

3. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**

1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Tugas Mandiri	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	

Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya	
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **....................................**	
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

BAB 5



Alat Ukur Mekanik Instrumentasi Industri

Kata Kunci :

- *Instrumen*
- *Mistar Baja*
- *Roll Meter*
- *Jangka Ukur*
- *Mikrometer*

Deskripsi

.

ada pembelajaran Bab 1 (Menerapkan Prinsip Dasar Metrologi Industri), Kamu telah mempelajari jenis dan sifat alat ukur serta proses pengukuran yang baik. Pada Bab ini, kamu akan mempelajari berbagai macam alat ukur yang meliputi konstruksi alat ukur, cara menggunakan, cara membaca alat ukur dan melakukan pengukuran.

Pada kegiatan pembelajaran bab 5 ini akan dipelajari kemampuan untuk dapat memilih dan menggunakan alat ukur mekanik instrumentasi industri yang terdiri dari mistar, jangka sorong, mikrometer, blok siku, kaliper celah, mal ulir, *bevel protractor*, serta *pressure gauge* sesuai fungsi dan prosedur

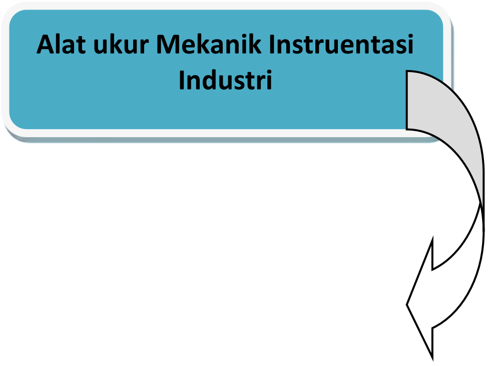
Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi alat ukur mekanik instrumentasi industri, kamu diharapkan mampu:

16. Mampu memilih alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur

17. Mampu menggunakan alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur

Peta Konsep



Rencana Belajar Siswa

Pada hari ini, ... tanggal ....tahun .... Guru beserta siswa merencanakan pelaksanaan kegiatan belajar sebagaimana tabel di bawah ini

No	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Catatan Perubahan
1	Memahami alat ukur presisi rendah				
2	Latihan 1 Membaca alat ukur presisi rendah				
3	Memahami alat ukur presisi tinggi				
4	Latihan 1 Membaca alat ukur presisi tinggi				
5	Melaksanakan evaluasi belajar				

............................., ...

Guru   Orangtua/Wali Siswa   Siswa

....

Uraian Materi



Eksplorasi

Jika diklasifikasikan berdasar cara melakukan pengukuran, instrumen dikelompokkan menjadi; alat ukur langsung, alat ukur tak langsung, alat ukur kaliber batas, dan alat ukur bentuk standar.

Berilah contoh masing masing alat ukur tersebut, isilah dalam tabel di bawah.

No	Jenis Alat Ukur	Deskripsi	Contoh Alat Ukur
1	Alat ukur langsung.	Proses pengukuran yang hasil pengukurannya dapat dibaca langsung pada skala ukur dari alat ukur yang digunakan	1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5 ....
2	Alat Ukur Tak Langsung	....	1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5 ....
3	Alat ukur kaliber batas.	....	1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5 ....
4	Alat ukur standar	....	1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5 ....
5	Alat ukur pembanding	....	1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5 ....

D. Kepresisian Pengukuran

Mengukur adalah membandingkan obyek benda ukur dengan alat ukur standar. Alat ukur pada pembelajaran 1 adalah alat ukur dengan presisi rendah termasuk alat ukur bantu , karena sulit dilakukan pengukuran langsung. Tinggi dan rendahnya kepresisian suatu alat ukur dilihat dari tingkat ketelitian alat ukur tersebut dalam mampu baca pada setiap pengukuran. Ketelitian alat ukur didefinisikan sebagai kemampuan baca terkecil dari alat ukur tersebut. Terkecil kemampuan baca ini ditunjukkan dalam desimal dibelakang koma. Makin kecil nilai desimal tersebut maka makin baik tingkat ketelitiannya.

Roll meter, mistar plastik dan meteran kain adalah alat ukur presisi rendah, karena kemampuan baca terkecilnya adalah 1 mm, sedangkan mistar baja mampu pada ketelitian 0,5mm. Namun dalam penggunaan di industri biasanya akan cenderung menggunakan mistar baja. Hal ini berkaitan dengan kepastian bahwa alat ukur tersebut dikategorikan sebagai alat ukur standar, yaitu alat ukur yang telah disepakati untuk digunakan pada satu jenis pekerjaan seperti standar untuk pengerjaan logam atau pengukuran baik secara Internasional, Nasional atau di lingkungan industri.

Hal penting lain dalam pengukuran adalah penggunaan satuan pengukuran. Pembacaan nilai suatu ukuran dalam pengukuran menganut pada dua system yaitu; Sistem metrik dan sistem imperial, walaupun sistem metrik lebih berkembang pada aplikasi pengukuran hingga saat ini. Yang dimaksud sistem imperial yaitu pembacaan nilai ukur dalam suatu pengukuran mengunakan satuan inci yang bernilai sama dengan 25,4 mm dalam satuan sistem metrik. Selanjutnya satuan inci dikenal dengan pecahan desimal dan pecahan yang menggunakan pembilang & penyebut. Pecahan desimal misalnya 0.1 inci, 0.01 ", dan 0.001" sedangkan pecahan lainya adalah ½", 1/4", 1/8", 1/16", 1/32" dan 1/64", strip dua biasanya digunakan sebagai bacaan inci. Satuan pada sistem metrik adalah menggunakan millimeter misalnya 1 mm, 0.5 mm, 0.01 mm, 0.001 mm.

E. Alat Ukur Presisi Rendah

1. Mistar Baja

Jenis alat ukur panjang ini banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama untuk mengukur jarak yang relatif pendek dan alat ukur ini merupakan alat ukur linier langsung yang paling sederhana karena hasil pengukurannya dapat dibaca langsung pada bagian penunjuk ukuran (skala) alat ukur tersebut, secara umum panjang mistar baja yang banyak dipakai berukuran 150 mm hingga 300 mm. Skala yang dicantumkan adalah dalam satuan metrik dan inci, dengan skala metrik terkecil dari mistar adalah 1 mm (0.1 cm) dengan ketelitiannya 0.5 mm (0.05 cm). Pada skala inci tercantum dalam pecahan dan persepuluhan misalnya 1/64, 1/32, 1/16, dan 1/8 inci. Pada persepuluhan dapat dibaca ukuran yang lebih kecil dari1/64 inci, karena mistar jenis ini memiliki ketelitian 0.10 inci, Adapun penggunaan dari mistar baja adalah mengukur jarak, memeriksa kerataan permukaan benda kerja, dan melukis garis lurus (sebagai penggaris). Mistar baja terbuat dari baja tahan karat atau baja perkakas

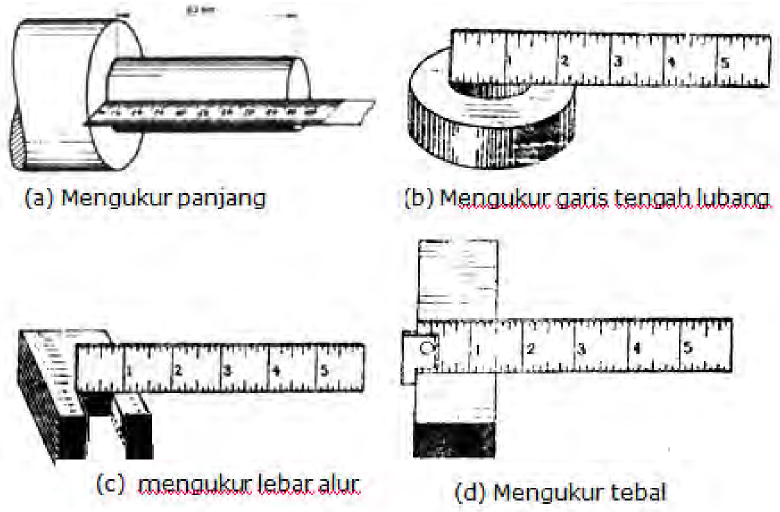


Gambar 5.1 Mistar baja

Cara menggunakan mistar baja:

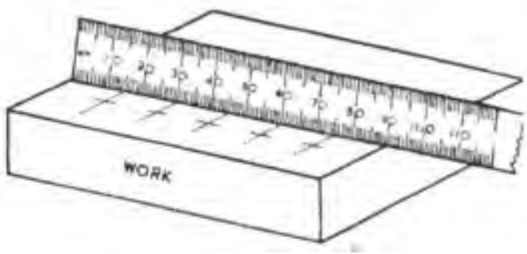
- Rapatkan benda ukur pada landasan tumpuan /balok landas.
- Letakan mistar baja di atas benda ukur, letakan titik nol atau ujung mistar bertumpu pada balok landas.

• Baca dimensi/ukuran panjang benda ukur.



Gambar 5.2
Contoh Cara Mengunakan Mistar Baja

Mistar baja fungsinya selain untuk mengukur dapat pula digunakan untuk memeriksa permukaan material/benda kerja seperti pada contoh gambar berikut ini.



(a) Memeriksa kerataan suatu bidang



(b) Memeriksa kerataan permukaan benda bulat



Gambar 5.3 Roll meter

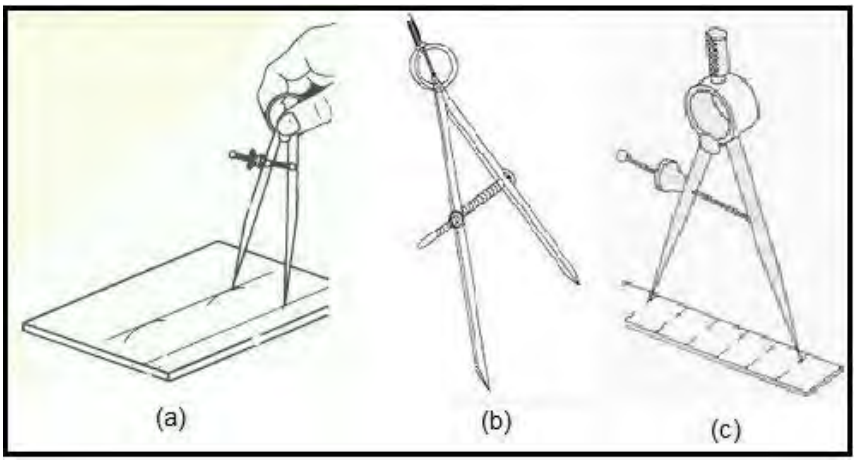
Roll meter tersedia dalam ukuran 3 meter sampai 50 meter. Pengukuran dengan roll meter memiliki ketelitian rendah, yaitu 1 mm.

3. Jangka



Gambar 5.4 Macam macam Jangka

Jangka merupakan alat ukur tidak langsung yang dapat digunakan dengan ketelitian rendah. Gambar 5.5 menggambarkan langkah pengukuran dengan jangka.



Gambar 5.5 Menggunakan Jangka untuk mengukur

a. Posisikan kaki jangka pada bagian yang akan di ukur
b. Tahan jarak ukur dengan pengunci
c. Bandingkan ke mistar baja dan baca ukuran pada mistar baja



Asosiasi

BERLATIH MELAKUKAN PENGUKURAN

Informasi

Setelah mempelajari materi Alat Ukur Mekanik Instrumentasi Industri Kamu harus dapat melakukan pengukuran dengan alat ukur yang telah dipelajari. Pada kegiatan latihan ini, perhatikan hal-hal berikut:

1. Selalu menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja melalui penggunaan alat pelindung diri, menjaga sikap kerja, memperhatikan posisi membaca dan melaksanakan pekerjaan atas ijin/pengawasan guru.
2. Materi latihan keterampilan disusun secara berurutan, dan setiap siswa harus secara bertahap menyelesaikan pekerjaan, dan berpindah/memulai pekerjaan berikutnya atas ijin/pengawasan guru. Materi latihan terdiri dari:

   Latihan 1: Mengukur dengan alat ukur presisi rendah

   Latihan 2: Mengukur dengan alat ukur presisi tinggi
3. Pada setiap akhir kegiatan latihan diakhiri dengan kegiatan evaluasi. Hanya jika Kamu (siswa) telah dinyatakan kompeten, dapat melanjutkan ke latihan berikutnya.

Rubrik Penilaian

1. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

2. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

3. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

4. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/ Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/ Kurang Baik
1	0-45	D	

Latihan 1: Mengukur Dengan Alat Ukur Presisi Rendah

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 1, siswa mampu melakukan pengukuran menggunakan mistar baja, meteran pita dan jangka, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menerapkan K3
   b. Menerapkan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil ukur benar

c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan pengukuran menggunakan mistar baja, meteran pita dan jangka
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1) Alat
    a. Mistar baja 30 cm
    b. Meteran pita 3 m
    c. Jangka

2) Bahan
    a. Benda kerja untuk dilakukan pengukuran (disiapkan guru)

D. Keselamatan Kerja

1. Gunakan alat pelindung diri jika diperlukan
2. Teliti dalam melakukan pengukuran

3. Perhatikan posisi membaca skala ukur
4. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Langkah Kerja Kerja

1. Siapkan benda kerja/objek ukur oleh guru
2. Lakukan pengukuran dengan mistar baja
3. Lakukan pengukuran dengan roll meter
4. Lakukan pengukuran dengan jangka
5. Catat setiap hasil pengukuran
6. Buat laporan praktik

F. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan apa yang dimaksud kepresisian pada alat ukur?
2. Jelaskan apa yang dimaksud alat ukur presisi rendah?
3. Apa yang dimaksud dengan alat ukur tidak langsung?

G. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan

3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 1: Mengukur Dengan Alat Ukur Presisi Rendah

Nama Siswa : ....

<table>
<tr><td colspan="6">1. Penilaian Sikap</td></tr>
<tr><td colspan="6">Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai</td></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Penilaian</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Sangat Baik (4)</th><th>Baik (3)</th><th>Kurang (2)</th><th>Tidak Mampu (1)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Disiplin</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Kerjasama dalam kelompok</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Kreatifitas</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Demokratis</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Jumlah Nilai</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2.Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
2	Cara membaca	Teliti sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)				

2.Penilaian Keterampilan				
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai				
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**	
			Benar	**Salah**

			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Mengukur dengan mistar baja	Hasil ukur benar				
2	Mengukur dengan roll meter	Hasil ukur benar				
3	Mengukur dengan jangka	Hasil ukur benar				
4	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

3.Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 1			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			

<table>
<tr><td colspan="2">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
……………………., …………….
Penilai

……………………………….</td></tr>
<tr><td>Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

……………………………….</td><td>Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

……………………………….</td></tr>
</table>

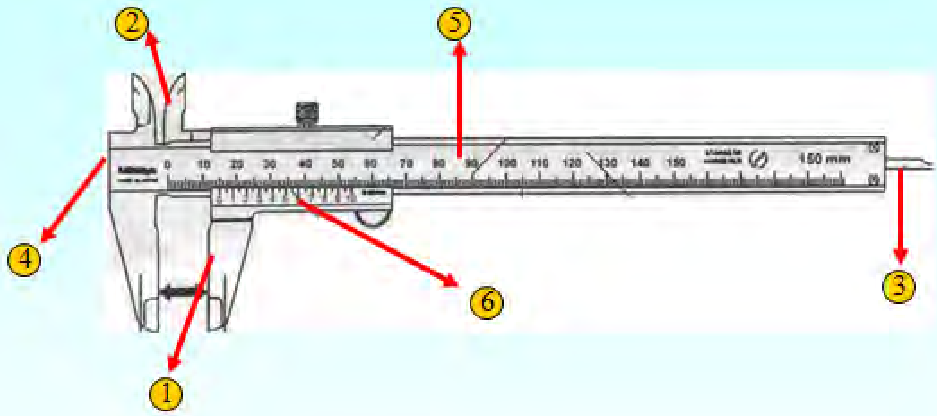
*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

F. Alat Ukur Presisi Tinggi

1. Jangka Sorong

Alat ukur ini merupakan alat ukur linier yang mempunyai ketelitian yang cukup tinggi dari ukuran 0.1 mm, 0.05 mm, 0.02 mm, dan 0.01 mm pada satuan metrik, pada satuan inci ketelitiannya mencapai 1/28. Jangka sorong sering juga disebut mistar geser, mistar ingsut, atau schuifmaat (sigmat).

Jangka sorong mempunyai dua skala, yang digunakan untuk membaca ukuran benda kerja yaitu skala utama dan skala vernier atau nonius. Skala Utama terdapat pada batang jangka sorong yang mempunyai skala linier dalam satuan metrik dan inci, sedangkan skala vernier terdapat pada peluncur yang dapat digerak-gerakkan di sepanjang badan jangka sorong. Untuk meningkatkan kecermatan pembacaan dari skala ukuran maka dipasang dial (jam ukur) dan *digital elektronik* pada peluncurnya



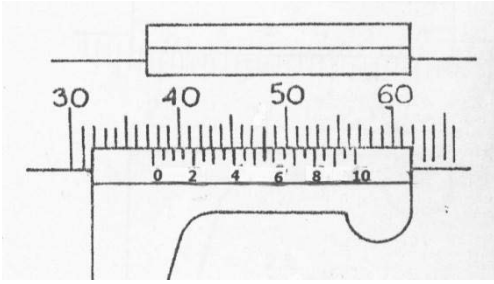
1. **Out side jaws : mengukur bag. Luar**
2. **In Side Jaws : mengukur bag dalam**
3. **Dept bar : mengukur kedalaman**
4. **Step : mengukur ketinggian**
5. **Skala Utama : skala diam menunjukkan nilai angka nominal**
6. **Skala Vernier : Skala geser menunjukkan angka desimal menambah ketelitian hasil ukur**

Gambar 5.4 Jangka sorong dan bagiannya

Contoh cara menentukan ketelitian mistar geser

Panjang skala nonius pada rahang geser 9 mm yaitu, lurus pada setiap setrip ke 9 dari rahang tetap. Banyaknya setrip pada rahang geser 10, maka jarak setiap setrip adalah 0.9 mm. Sedangkan 1 setrip pada rahang tetap adalah 1 mm, sehingga selisihnya = 1 – 0.9 = 0.1 mm. Jadi mistar geser tersebut mempunyai ketelitian 0.1 mm, Jika panjang skala nonius 19 mm dan banyak setrip pada skala nonius 20, maka jarak 1 setrip skala nonius 19/20 mm, sedang jarak 1 setrip pada rahang tetap 1 mm. Maka ketelitian mistar geser tersebut adalah 1 – 19/20 mm = 1/20 mm atau 0.05 mm. Untuk mistar geser yang memiliki panjang skala nonius 40 mm dan banyak setripnya 49 bagian, dimana ketelitian mistar geser tersebut adalah 1 – 49/50 mm = 1/50 mm atau 0.02 mm.

Contoh pembacaan hasil pengukuran untuk ketelitian 0.05 mm.



Gambar 5.5. Mistar geser ketelitian 0.05 mm

Hasil pengukuran dari gambar 5.4 :

Garis 0 pada rumah geser terletak antara garis ke 37 dan garis ke 38 pada mistar. Garis ke 11 pada nonius kedudukannya tepatdengan skala pada mistar.

Maka ukuran mistar geser = 37 + (0.05 x 11 bagian)

= 37.55 mm

Skala vernier dengan pembacaan 0.05 mm dengan metode graduasi 19 mm dibagi menjadi 20 bagian yang sama hanya terdapat pada jangka sorong yang mempunyai batas pengukuran sampai 300 mm saja.

4. Mistar geser kedalaman (*Depth vernier califer*)

Mistar geser kedalaman, dan pembacaannya sama dengan mistar geser.



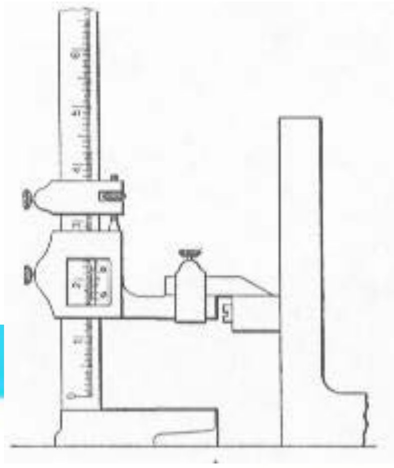
Gambar 5.6 Mistar geser kedalaman

5. Mistar geser ketinggian *(Height gauge)*

Pada umumya mistar geser ketinggian mempunyai ketelitian 0.1 mm, 0.05 mm dan 0.02 mm. Untuk mendapatkan ketelitian dan cara pembacaannya sama dengan mistar geser biasa.



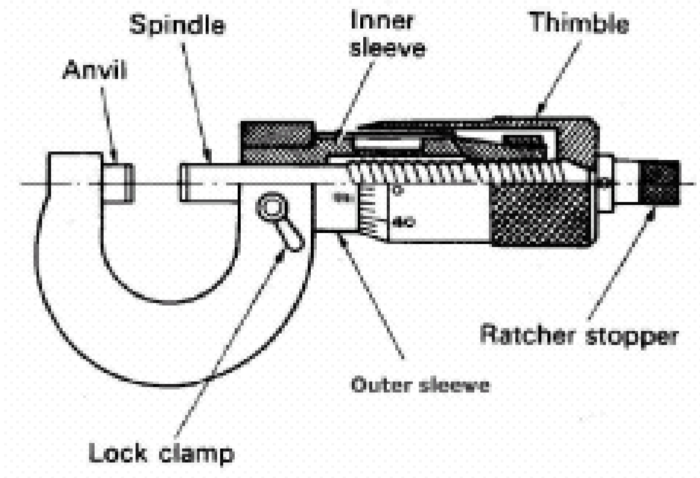
Gambar5.7 Mistar geser ketinggian



6. Mikrometer

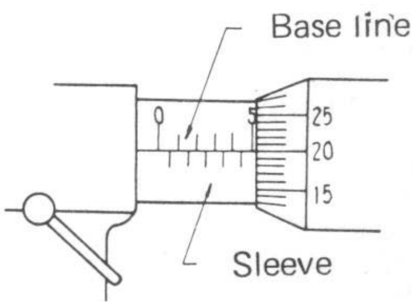
Adalah alat ukur linier yang mempunyai ketelitian atau kecermatan yang lebih tinggi, lebih presisi daripada jangka sorong, komponen terpenting dari mikrometer adalah ulir utama. Dengan memutar silinder putar satu kali putaran, maka poros ukur akan bergerak secara linier sepanjang satu kisar sesuai dengan kisar dari ulir utama (umumnya memiliki kisar 0.5 mm). Pada mikrometer umumnya jarak gerak dari poros ukurannya dibuat sampai 25 mm, yang bertujuan untuk membatasi kesalahan kumulatif kisar. Mikrometer luar biasanya mempunyai kapasitas ukur :

- 0 – 25 mm
- 25 – 50 mm
- 0 – 75 mm
- 5 – 100 mm dan bahkan sampai 100 mm.



Gambar 5.9 Mikrometer dan bagiannya

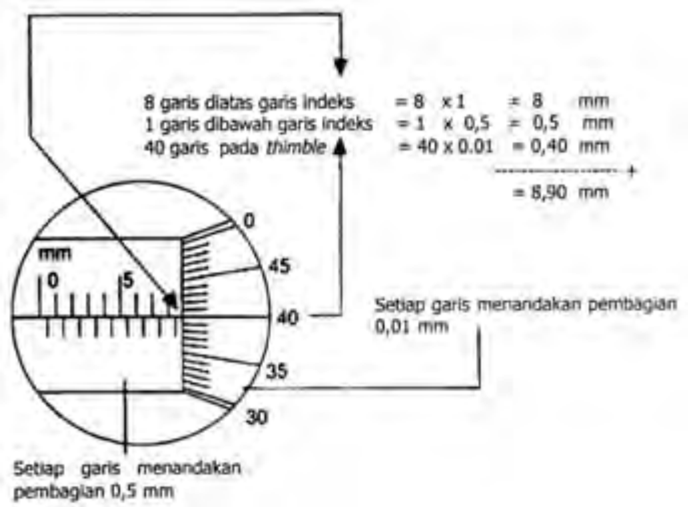
Mikrometer memilki beberapa jenis yaitu mikrometer luar, mikrometer dalam, mikrometer kedalaman, dan mikrometer ulir. Skala pada mikrometer dibuat dalam satuan metrik dan inci. Mikrometer dilengkapi skala vernier (nonius) yang dapat mengukur dengan ketelitian sampai 0.001 mm. bahkan sampai 0.0005 mm dan dengan skala inci sampai ketelitian 0.0001 inci.



Gambar 5.10 Penunjukkan skala pada mikrometer

Cara membaca mikrometer metrik

Tiap garis diatas garis indeks pada tabung skala utama (*sleeve*) bagian atas melambangkan 1 mm dan tiap garis dibawah garis indeks melambangkan pembagian tiap 0.5 mm. Pada tabung putar (*thimble*) terdapat 50 garis dan setiap garis melambangkan 0.01 mm. Contoh pada gambar berikut, pembacaan ukuran adalah 8.90 mm



Gambar 5.11.Pembacaan mikrometer

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan mikrometer adalah :

1. Permukaan benda ukur dan landasan ukur harus dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang menempel.
2. Sebelum dipakai kedudukan nol dari mikrometer harus diperiksa.
3. Masukkan benda ukur ke mulut ukur dengan perlahan-lahan.
4. Pada saat mengukur penekanannya jangan terlalu keras yang dapat menyebabkan kesalahan ukur akibat adanya deformasi dari benda ukur atau dari alat ukurnya.



Gambar 5.12. Pemakaian mikrometer

Mikrometer luar ketelitian 0,01

Ulir dari mikrometer standar mempunyai pitch sebesar 0,05 mm dan keliling bidal dibagi atas 50 bagian yang sama, maka perubahan satu bagian pada graduasi bidal menyebabkan perpindahan poros pengukur bergerak sebesar 0.01 mm (0.5 x 1/50)= 0,01.

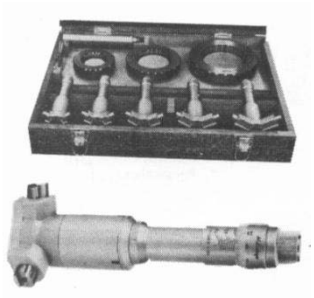
Atau dengan cara lain, jika ulir dari mikrometer standar tidak dapat diketahuinya : pada tabung putar terdapat garis-garis ukur yang banyaknya 50 buah. Jika tabung putar 1 kali (dari 0 sampai dengan angka 0 lagi), maka poros geser akan bergerak 0.05 mm. Oleh karena itu tabung diputar dibagi dalam 50 bagian, maka 1 bagian jaraknya 0.5 : 50 = 0.01 mm langkah poros geser.

Mikrometer luar ketelitian 0.001 mm.

Mikrometer standar dengan skala vernier pada selubungnya dapat dibaca sampai 0.001 mm. Pada mikrometer ini pembacaan sampai 0.001 mm, dilakukan pada bidal seperti halnya pada mikrometer dengan ketelitian 0.01 mm, hanya disini ada verniernya yang segaris dengan graduasi bidal dan kalikanlah nilai pembacaan tersebut dengan 0.001 mm.

Mikrometer dalam tiga kaki *(Holtest, Triobor)*

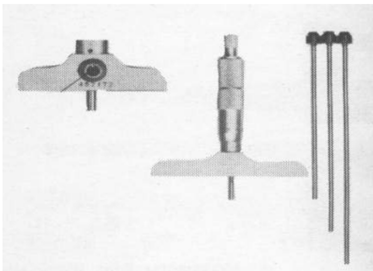
Mikrometer dalam tiga kaki untuk mengukur diameter dalam cermat, karena kedudukan mikrometer selalu tetap ditengah lingkaran.



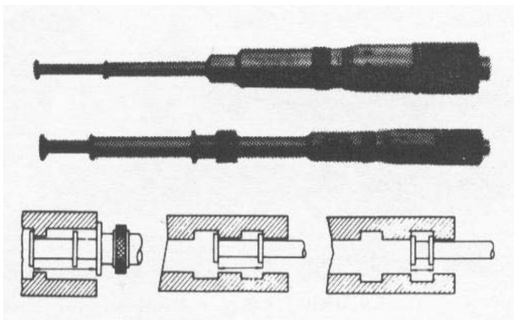
Gambar 5.13. Mikrometer tiga kaki

Mikrometer Kedalaman*(Depth mikrometer)*

Mikrometer kedalaman untuk mengukur kedalaman suatu lubang atau permukaan bertingkat. Batang ukur dapat diganti untuk mengubah kapasitas ukur.



Gambar 5.14 Mikrometer kedalaman



Gambar 5.15 Mikrometer alur dan cara pemakainnya

Asosiasi

Latihan 2
Mengukur Dengan Alat Ukur Presisi Tinggi

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 2, siswa mampu melakukan pengukuran menggunakan jangka sorong dan mikrometer, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menerapkan K3
   b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil ukur benar
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan pengukuran menggunakan jangka sorong dan mikrometer
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C. Kebutuhan Alat dan Bahan

3) Alat
    a. Jangka sorong
    b. Mikrometer

4) Bahan
    b. Benda kerja untuk dilakukan pengukuran (disiapkan guru)

D. Keselamatan Kerja

1. Gunakan alat pelindung diri jika diperlukan
2. Teliti dalam melakukan pengukuran
3. Perhatikan posisi membaca skala ukur
4. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Langkah Kerja Kerja

1. Siapkan benda kerja/objek ukur oleh guru
2. Lakukan pengukuran dengan jangka sorong
3. Lakukan pengukuran dengan mikrometer

5. Catat setiap hasil pengukuran
6. Buat laporan praktik

F. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan pengukuran yang dapat dilakukan oleh jangka sorong!
2. Jelaskan Pengukuran yang dapat dilakukan oleh mikrometer!
3. Sebutkan empat penyebab terjadinya kesalahan pengukuran!

G. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 2
Mengukur Dengan Alat Ukur Presisi Tinggi

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2.Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
2	Cara membaca	Teliti sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Mengukur dengan jangka sorong	Hasil ukur benar				
2	Mengukur dengan mikro meter	Hasil ukur benar				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

3.Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		

No.	Aspek Penilaian	Nilai Perolehan
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 2</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
a. Sikap Kerja
b. Proses
c. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................., ...
Penilai

....................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

.....................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

.....................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

G. Alat Ukur Tekanan

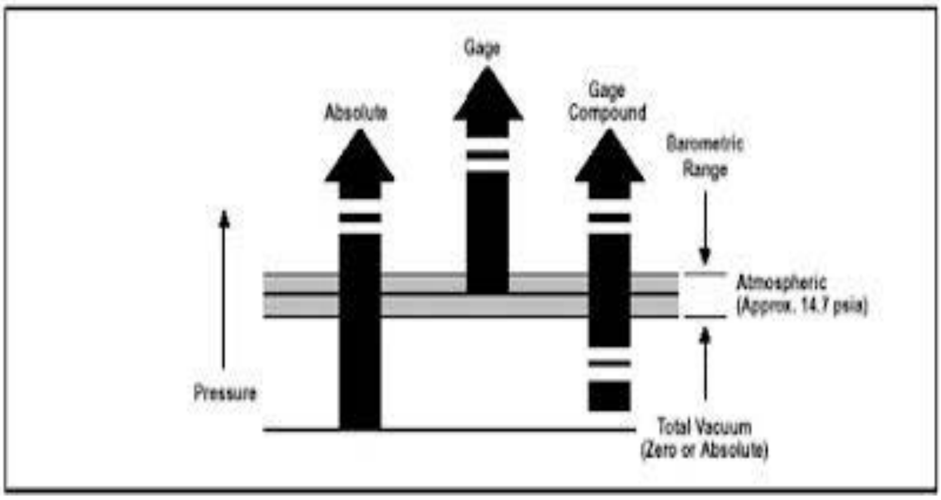
1. *Pressure gauge*

Bagi orang yang awam dengan bidang teknik, maka istilah *pressure gauge* bisa jadi adalah sebuah istilah yang sangat asing di telinga mereka. *Pressure gauge* sendiri merupakan sebuah alat yang dapat digunakan sebagai penanda besarnya tekanan fulida yang terdapat dalam sebuah alat proses atau perpipaan. Banyak orang yang berposisi sebagai pengawas atau petugas pengecekan menggunakan *pressure gauge* saat melakukan penelitian terhadap kerja dari alat-alat industri. *Pressure gauge* dapat memantau apakah alat-alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan kapasitasnya atau apakah suhu yang diperlukan dalam proses kerja telah sesuai atau belum.

Kelebihan dari *pressure gauge* adalah alat ini juga dilengkapi dengan batasan minimum dan maksimum. Hal ini tentu saja sangat membantu operator dalam memantau besarnya tekanan operasi apakah masih dalam keadaan yang normal atau malah dalam kondisi yang tidak normal karena melampaui batas-batas tersebut.

Banyak sekali contoh dari pengunaan dari *pressure gauge* ini.Hal ini dikarenakan luasnya cakupan bidang industri yang menggunakan alat ini, sebagai contoh dalam industri seperti perminyakan, semikonduktor, bioteknologi, HVAC, atau bahkan industri seperti pengolahan makanan dan farmasi. Sebagai contoh penggunaannya di industri pengolahan makanan, *pressure gauge* ini bisa sangat berguna dalam hal pengukuran tekanan yang cocok sehingga makanan dapat diolah menjadi lebih awet. Dalam industri farmasi, *pressure gauge* ini juga dapat digunakan dalam proses sanitasi atau proses aplikasi cairan yang baik. Cakupan penggunaan yang cukup banyak terdapat pada bidang industri kilang minyak, dimana *pressure gauge* dapat sangat membantu dalam pengukuran variasi pada suhu daerah, ataupun dalah hal-hal seperti media korosif, atmosfer korosif, getaran, dan tekanan denyut.

Satuan dari alat ukur tekanan ini berupa psi (pound per square inch), psf (pound per square foot), mmHg (millimeter of mercury), inHg (inch of mercury), bar, atm (atmosphere), N/m^2 (pascal).



Gambar 5.16 Jenis-jenis pengukuran tekanan

Pembagian tekanan :

a. **Absolute Pressure** yaitu tekanan yang dihitung berdasarkan tekanan referensi 1 atm. Besaran tekanan absolute lebih dikenal dengan PSIA. (PSIA = PSIG + Patm).

b. **Gauge pressure** yaitu tekanan positif terhadap tekanan referensi 1 atm, yang berarti tekanan ini lebih besar dari 1 atm. Besaran tekanan gauge lebih dikenal dengan PSIG. Dalam kondisi ini maka PSIG > 1 atm.

c. **Vaccum pressure** yaitu tekanan negatif terhadap tekanan atmosfir atau bisa juga dikatakan tekanan vaccum ini berada dibawah tekanan atmosfir sehingga bernilai negatif. PSIA < 1 atm.

d. **Hydrostatic pressure** adalah tekanan yang terjadi di bawah air. Tekanan ini terjadi karena adanya berat air yang membuat cairan tersebut mengeluarkan tekanan. Tekanan sebuah cairan bergantung pada kedalaman cairan di dalam sebuah ruang dan gravitasi juga menentukan tekanan air tersebut. Hubungan ini dirumuskan sebagai $P = \rho gh$, dimana ρ adalah masa jenis cairan, g ($10\ m/s^2$) adalah gravitasi, dan h adalah kedalaman cairan.

e. **Differential pressure** yaitu tekanan yang diukur terhadap tekanan lain. Besarannya PSID.

2. Macam-macam alat ukur tekanan

a. Barometer

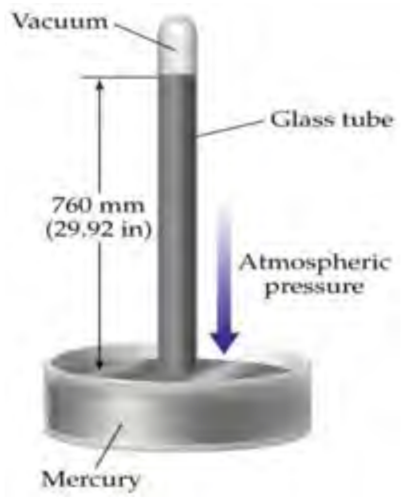
adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan atmosfir. Alat ukur ini memiliki satuan mb. Barometer ada dua jenis yaitu barometer raksa dan barometer aneroid, kedua jenis barometer ini memiliki fungsi yang sama yaitu untuk mengukur tekanan udara. Barometer baik raksa maupun aneroid dipengaruhi oleh ketinggian, karena semakin tinggi keadaan saat pengukuran maka semakin kecil tekanan udara sehingga perlu kalibrasi. Prinsip inilah yang digunakan pada barometer yang akan langsung terbaca pada perbedaan ketinggian air raksa pada barometer tersebut untuk menentukan tekanan udara.



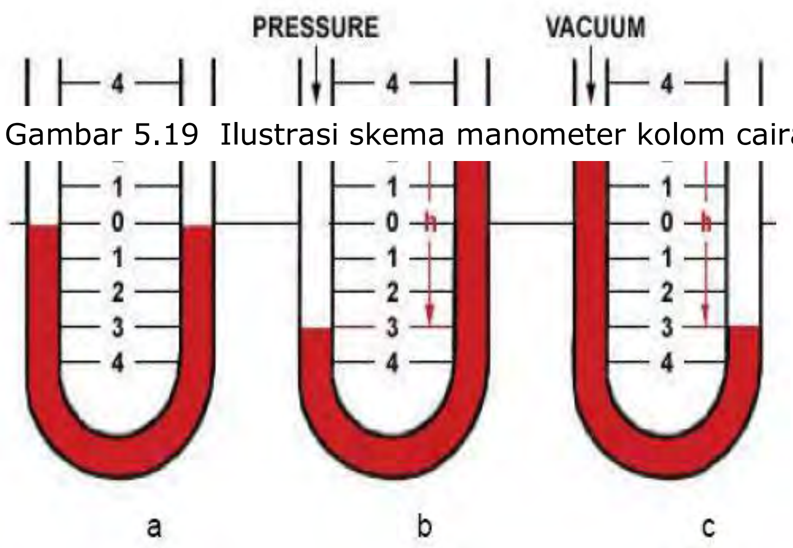
Gambar 5.17 Barometer

b. Manometer

Manometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan cairan (yaitu cairan dan gas).



Gambar 5.18 Komponen Barometer



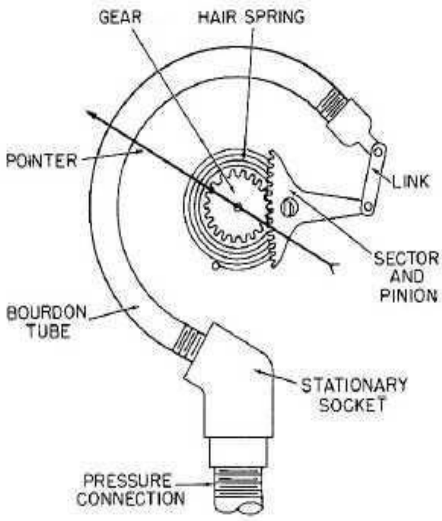
Gambar 5.19 Ilustrasi skema manometer kolom cairan

c. *Bourdon tube*

Bourdon tube adalah metal berongga indikator tekanan yang berbentuk "C" yang berada didalam *pressure gauge* yang akan lurus jika mendapat tekanan. Para pengukur tekanan Bourdon menggunakan prinsip bahwa tabung pipih cenderung berubah diluruskan atau lebih besar penampang melingkar ketika bertekanan.



Gambar 5.20 Alat ukur *bourdon tube*

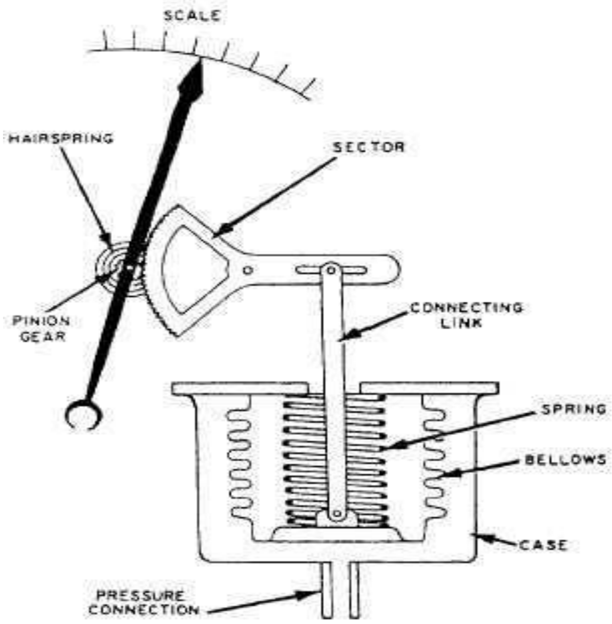




Gambar 5.21 Komponen *bourdon tube*

d. *Bellows Gage*

Bellows Gage adalah sebuah perangkat untuk mengukur tekanan yang rendah (*bellows*), dengan pelat ujung yang melekat pada sebuah pegas, menyebabkan gerakan terukur dari piring.

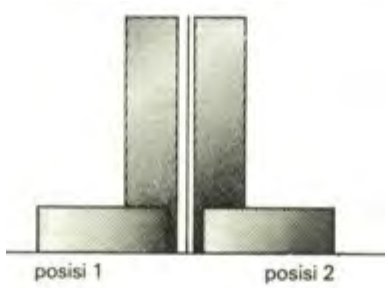


Gambar 5.22 Komponen *bellows gage*

E. Alat Ukur Standar

1. Siku blok

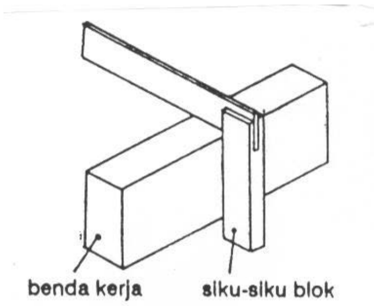
Alat ukur ini termasuk dalam alat pemeriksa dan juga alat ini dapat digunakan untuk; memeriksa/mengukur sudut, menarik garis dan memeriksa kerataan suatu bidang.



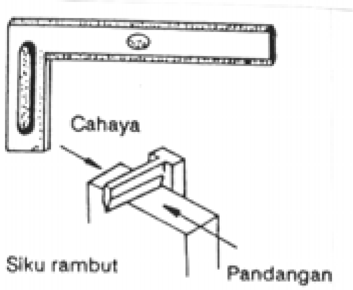
Gambar 5.23 Siku blok

Cara mengunakan siku-siku/siku kombinasi :

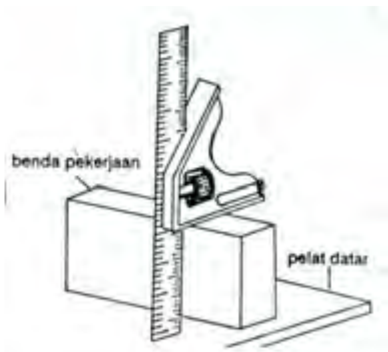
- Tempelkan siku-siku blok rapat pada bidang patokan
- Kemudian tempelkan daun sikunya pada permukaan bidang yang akan diperiksa kesikuan maupun kertaannya.
- Arahkan benda kerja dan siku-siku tersebut melawan arah cahaya. Bila masih nampak ada bekas cahaya diantara bidang benda kerja dengan siku-siku berarti bidang tersebut belum siku terhadap bidang patokan atau belum rata.



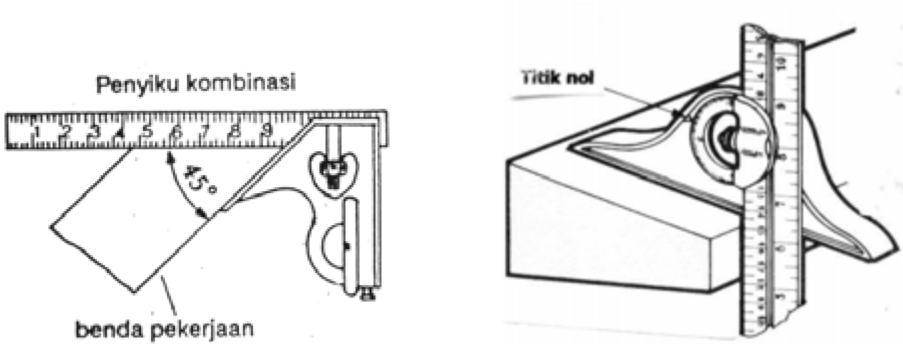
Gambar 5.24 Memeriksa kesikuan dengan siku



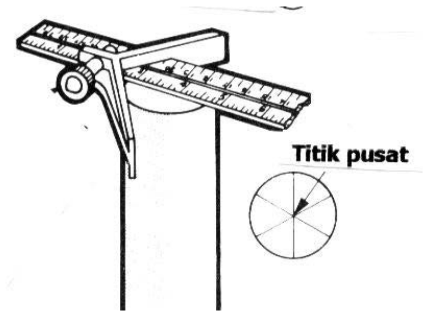
Gambar 5.25 Memeriksa kesikuan dengan siku rambut



Gambar 5.26 Memeriksa kesikuan dengan siku kombinasi



Gambar 5.27 Memeriksa/mengukur sudut dengan siku kombinasi



Gambar 5.28 Mencari titik pusat dengan siku kombinasi

2. **Kaliper celah (*Feeler gauge*)**

Kaliper celah adalah alat ukur yang biasa digunakan untuk memeriksa jarak-jarak yang kecil atau ukuran celah-celah diantara dua permukaan. Karena daerah antara permukaan ini sangat sempit maka diperlukan alat ukur tak berskala yang dapat digunakan untuk menentukan ukuran tersebut. Alat ini dipakai secara luas dalam bidang pemesinan, fitting dan otomotif. Contoh penggunaannya adalah untuk menyetel pisau mesin frais atau memeriksa kelonggaran katup pada mesin.



(a) (b)

Gambar 2.29 a) Kaliper celah b) contoh penggunaan

Kaliper celah dibuat dari baja yang lentur dan berkualitas tinggi. Tiap set terdiri dari 10 buah kaliper atau lebih, dijepit pada penjepit baja dengan pena yang berfungsi sebagai gantungan pada saat caliper itu digunakan. Sebuah Kaliper celah yang berisi 10 kaliper masing-masing kalipernya mempunyai ukuran yang tertera pada tiap-tiap kaliper, dimulai dari ukuran 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; dan 0,80 milimeter. Ada juga kaliper celah dengan ukuran dalam inch. Ukuran terkecil dari kaliper celah adalah sekaligus menunjukkan tingkat ketelitian yang dapat dicapai dari alat ukur tersebut. Sehingga kaliper celah dengan ukuran kaliper terkecil 0,05 mm akan mempunyai ketelitian 0,05 mm. Kaliper-kaliper ini mempunyai panjang tiap kaliper kira-kira 100 mm dengan bentuk ujung yang bulat atau ada juga yang tirus pada sisi lebarnya.

Pengukuran celah dilakukan dengan memasukkan salah satu caliper yang sesuai dengan celah yang di ukur. Jangan coba untuk memaksakan kaliper yang tidak sesuai atau terlalu sesak karena bisa menyebabkan kaliper bengkok dan mungkin akan terjadi perubahan bentuk yang tetap. Apabila kaliper terlalu tebal bisa dipilih kaliper lain dengan ukuran di bawahnya. Ketelitian pengukuran dapat diperoleh dengan menggabungkan beberapa kaliper. Apabila sebuah caliper dapat masuk dengan longgar, coba ditambahkan dengan kaliper yang dengan

ukuran terkecil. Kaliper-kaliper tersebut dapat ditambahkan sehingga didapatkan ukuran yang pas. Sehingga ukuran celah adalah jumlah dari ukuran kaliper yang dapat masuk dengan pas tersebut.

3. Mal Ulir (*Screw pitch gage*)

Mal ulir ini gunanya untuk mengukur atau memeriksa ulir. Alat ini terbuat dari bahan baja pelat. Satu set mal ulir terdiri dari beberapa buah mal. Mal ini ada yang terdiri hanya satu macam ulir saja, misalnya withworth dan ada pula yang terdiri dari dua macam ulir yaitu ulir withworth dan ulir metrik. Pada rumahnya terdapat tanda *withworth* 55° dan metrik 60°. Macam-macam mal ulir diantaranya

a. Mal ulir *Whitworth*

Pada setiap mal terdapat angka misalnya 9 g, 11 g, 12 g, dan seterusnya. Angka-angka ini menunjukan bahwa mal tersebut mempunyai ulir 9 gang tiap inchi, berarti pula dapat digunakan untuk memeriksa ulir (baut dan mur) yang mempunyai gang 9 buah/inchi. Ciri-ciri ulir *Whitworth* adalah:

- Mempunyai satuan dalam inchi, dihitung jumlah gang sepanjang satu inchi
- Sudut puncak ulir 55°

b. Mal ulir metrik Ciri-ciri ulir metrik adalah:

- Mempunyai satuan dalam millimeter yang diukur adalah jarak puncak ulir yang satu terhadap puncak ulir lainnya dalam satu putaran.
- Sudut puncak ulir 60°



Gambar 5.30 Mal ulir metrik

4. **Penggunaan mal ulir**

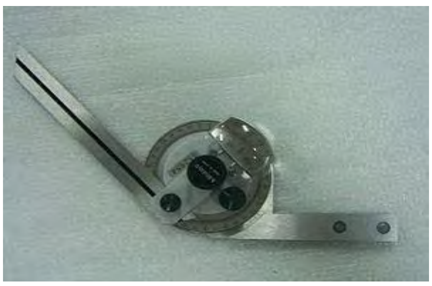
Jika kita akan memeriksa ulir baut/mur, maka rapatkan mal itu pada ulir tersebut . Bila mal itu masuk dengan baik pada ulir tersebut berarti ukuran ulir tersebut sama dengan ukuran ulir yang terdapat pada mal tersebut. Bila mal tidak cocok dengan ulir yang diperiksa gantilah dengan mal-mal lainnya yang cocok/sesuai.



Gambar 5.31 Mal ulir menurut US *standart*

5. ***Bevel Protractor***

Dari berbagai macam alat ukur terdapat alat ukur yang khusus digunakan untuk menentukan sudut atau kemiringan suatu bidang yang dikenal sebagai peralatan pengukur sudut .Berbagai macam peralatan pengukur sudut ini harus kita ketahui untuk dapat dipakai sesuai kebutuhannya.



Gambar 5.32 Bevel protractor

a. Alat pengukur sudut khusus, yaitu alat-alat pengukur sudut yang mempunyai sudut tertentu yang sifatnya tetap atau kaku, antara lain:

- Siku (pengukur sudut 90^0)
- pengukur sudut 60^0
- pengukur sudut 45^0
- pengukur sudut mata bor
- siku T

b. Alat pengukur yang dapat diatur penggunaannya terdiri atas:

1) Protractor, merupakan busur derajat dilengkapi dengan mistar yang dapat di stel, digunakan untuk membuat garis gambar atau membuat sudut pada benda kerja dengan rentang 0-180 derajat

2) Bevel protractor, berfungsi untuk memeriksa sudut dari hasil pekerjaan permesinan, membuat garis-garis gambar pada benda kerja yang akan dibentuk dengan sudut-sudut tertentu, atau dapat juga digunakan untuk memeriksa kerataan dari dua permukaan yang mempunyai sudut tertentu. Untuk lebih mengenal bagian-bagian *bevel protractor*, dibawah ini akan diuraikan beserta fungsinya:

   - Busur derajat, merupakan satu lingkaran penuh dipasang pada rangka, pada busur derajat terdapat garis-garis skala ukur sudut dalam suatu derajat mulai dari 0-180 derajat
   - Rangka, bagian ini terbuat dari baja tuang pada rangka ini terdapat busur derajat, mistar baja, dan blok dengan posisi yang dapat diatur sesuai dengan posisi sudut yang diinginkan
   - Mistar, dipasang pada rangka dengan posisi dapat diatur, baik posisi sudutnya maupun jarak atau panjang terhadap benda ukur atau balok ukurnya. Yaitu dengan menyetel baut penyetel.

- Baut penyetel, digunakan untuk menyetel posisi sudut busur derajat terhadap mistar atau mengatur panjang mistar terhadap benda ukurnya
- Blok ukur, terletak pada rangka dengan bagian bawah berbentuk permukaan rata sebagai blok untuk meletakkan bevel protractor pada permukaan benda yang akan diukur

Renungan dan Refleksi

Ketelitian dan kecermatan diperlukan dalam penggunaan alat ukur. Setiap alat ukur juga memiliki tingkat ketelitian yang berbeda. Pemilihan alat ukur harus sesuai dengan ketelitian benda kerja sebagaimana direncanakan.

Demikian halnya dalam kehidupan kamu sehari-hari, untuk memperoleh keberhasilan diperlukan kecermatan dan ketelitian. Dengan pembelajaran alat ukur ini Kamu diharapkan dapat meningkatkan kecermatan, ketelitian karena kesalahan dalam pengukuran akan menyebabkan kegagalan produksi.

Rangkuman

Pada alat ukur mekanik instrumen industri terdapat beberapa alat ukur yang umum dipakai misalnya mistar, jangka sorong, mikrometer, blok siku, kaliper celah, mal ulir, *bevel protractor*, serta *pressure gauge*

Masing-masing alat ukur memilki tingkat ketelitian dan fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhannya. Mistar, jangka sorong dan mikrometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur dimensi panjang (jarak). Blok siku termasuk alat ukur yang digunakan sebagai alat pemeriksa dan juga alat gambar.

Kaliper celah biasanya digunakan untuk mengukur celah (*gap*), pada otomotif digunakan utuk mengukur celah busi, jarak nosel dengan katup, sedang pada instruementasi digunakan untuk menentukan jarak celah antar objek terhadap sensor.

Mal ulir juga termasuk alat ukur periksa, banyak digunakan untuk menentukan dimensi suatu ulir yang dipakai pada suatu sambungan atau pada mur serta baut.

Pada pengukuran sudut *bevel protraktor* merupakan alat ukur yang umum dipakai, alat ini digunakan untuk menentukan kemiringan suatu bidang.

Untuk mengetahui tekanan suatu fluida yang bekerja dalam suatu pipa maka alat ukur yang paling tepat digunakan adalah *pressure gauge*, berbagai jenis *pressure gauge* digunakan disesuaikan dengan kebutuhan.

Evaluasi

D. Evaluasi Diri

Penilaian Diri

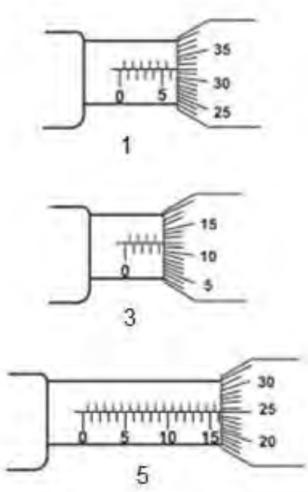
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.

No	Aspek Evaluasi	Penilaian diri			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya mengetahui alat alat ukur presisi rendah				
	Saya mengetahui alat alat ukur presisi tinggi				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu menggunakan/membaca alat ukur presisi rendah				
2	Saya mampu menggunakan/membaca alat ukur presisi jangka sorong				
3	Saya mampu menggunakan/membaca alat ukur presisi mikrometer				

E. Review

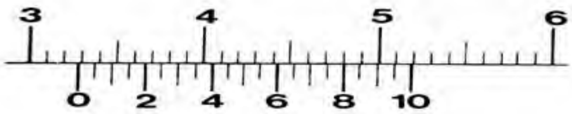
Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar

1. Apa perbedaan alat ukur mistar dengan jangka sorong?
2. Sebutkan macam-macam kegunaan siku blok?
3. Sebutkan macam-macam mikrometer?
4. Bagaimana cara memeriksa kesikuan dengan siku blok?
5. Berapa ukuran yang ditunjukan skala mikrometer berikut:

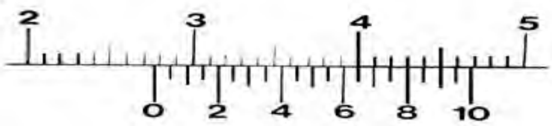


6. Berapa ukuran yang ditunjukan skala jangka sorong berikut:

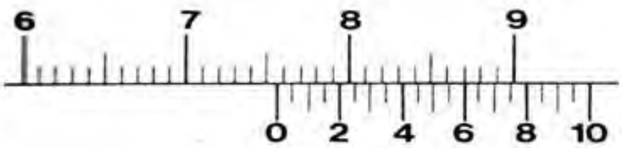
1)



2)

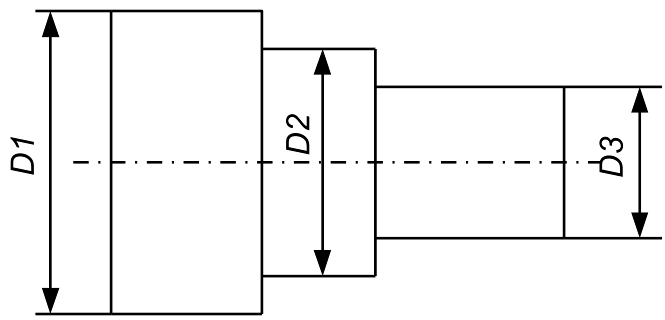


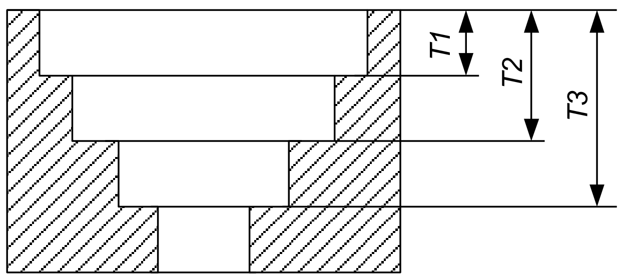
3)



F. Penerapan

1. Tugas : Lakukan pengukuran menggunakan jangka sorong dan mikro meter pada benda kerja dengan bentuk seperti gambar di bawah:





Nama Siswa : ....

1.Penilaian Sikap

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan				
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai				
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**	
			Benar	**Salah**

			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
2	Cara membaca	Teliti sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 3 dilaksanakan.
Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Mengukur dengan jangka sorong	Hasil ukur benar				
2	Mengukur dengan mikro meter	Hasil ukur benar				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

3. Penilaian Pengetahuan

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan

No.	Aspek Penilaian	Nilai Perolehan
1	Review	

2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Bab 5			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

........................., ...

Penilai

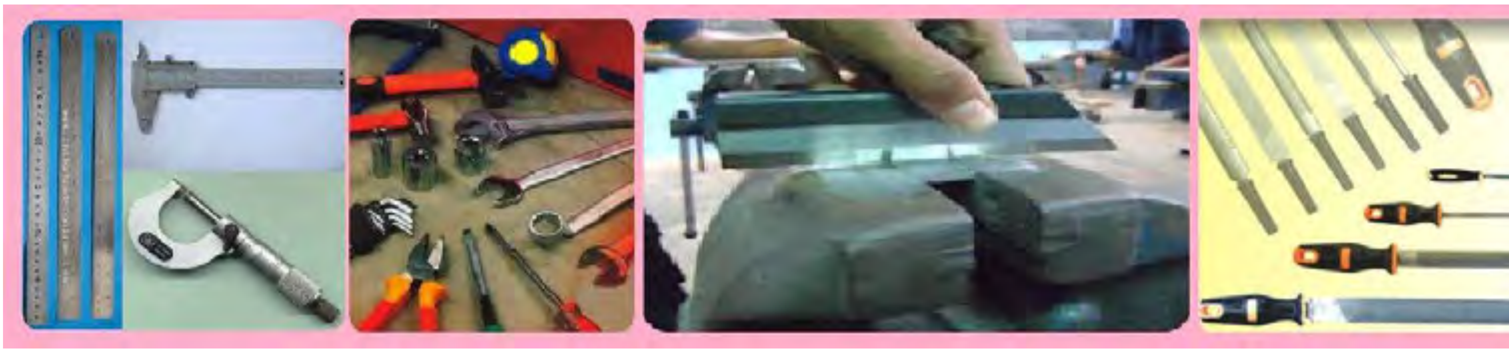
....

Siswa	Orangtua/Wali
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

BAB 6

Memilih dan Menggunakan Perkakas Tangan



Kata Kunci :
Pengukuran, Melukis, Pemotong, Pengikis, Pelubang, Pengulir

Deskripsi

Memilih Dan Menggunakan Perkakas Tangan pada Kompetensi Keahlian Instrumentasi Indutri diperlukan untuk mendasari pekerjaan-pekerjaan yang akan dilakukan pada pembelajaran kejuruan berikutnya, khususnya praktik kejuruan.

Dengan mempelajari materi memilih dan menggunakan alat tangan, siswa dibekali dengan pengetahuan berbagai alat tangan dan fungsinya, juga dipelajari cara yang benar menggunakan alat dengan sikap kerja, ketelitian dan kesabaran agar benda kerja yang dibuat dan alat yang digunakan tidak mengalami kerusakan.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi Memilih Dan Menggunakan Perkakas Tangan, siswa diharapkan mampu;

9. Memilih perkakas tangan dan mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi.
10. Menggunakan perkakas tangan dan mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi.

Peta Konsep



Rencana Belajar Siswa

Pada hari ini, ... tanggal ....tahun .... Guru beserta siswa merencanakan pelaksanaan kegiatan belajar sebagaimana tabel di bawah ini

No	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Catatan Perubahan
1	Memahami materi memilih dan menggunakan perkakas tangan				
2	Latihan Menggunakan Alat perkakas kerja tangan				
3	Mengerjakan tugas evaluasi				

............................., ...

Guru | Orangtua/Wali Siswa | Siswa

.... | .... | ....

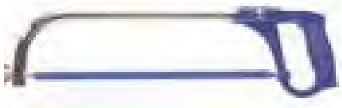
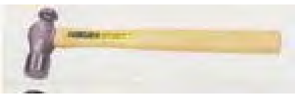
Uraian Materi

Eksplorasi

Mengenal Berbagai Macam Alat Perkakas

Perkakas tangan adalah alat–alat yang biasa digunakan untuk membantu pekerjaan teknik dengan cara manual. Gambar perkakas pada tabel 6.1 di bawah ini tentu kalian sering melihat bahkan mempergunakannya. Isilah kolom fungsi dan cara menggunakannya.

Tabel 6.1
Perkakas Tangan

No	Gambar	Kegunaan/Fungsi	Menggunakan Tenaga listrik	
			Ya	Tidak
1				
2				
3				
4				
5				

No	Gambar	Kegunaan/Fungsi	Menggunakan Tenaga listrik	
			Ya	Tidak
6				
7				
8				
9				
10				

Dari apa yang kamu pelajari di atas, dapat disimpulkan bahwa perkakas tangan memiliki fungsi dan kegunaan yang berbeda, karenanya agar tidak merusak alat atau benda kerja perlu menggunakan perkakas sesuai fungsi.

Perkakas tangan sendiri ada yang digunakan manual tanpa sumber energi listrik, tetapi ada juga yang menggunakan energi listrik sebagai penggerak, dikarenakan tenaga manusia tidak cukup kuat untuk melakukan pekerjaan secara manual.

A. Mempersiapkan Pekerjaan

Pekerjaan menggunakan perkakas tangan di bengkel kerja instrumentasi dasar dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan manual dan beberapa peralatan mesin sederhana. Peralatan tangan dimaksud biasanya mempunyai ciri antara lain:

1. Bentuknya Sederhana
2. Ringan
3. Mudah dibawa (*portable*)
4. Menggunakan sumber listrik yang tidak terlalu besar
5. Digunakan secara manual
6. Relatif mudah penggunaannya

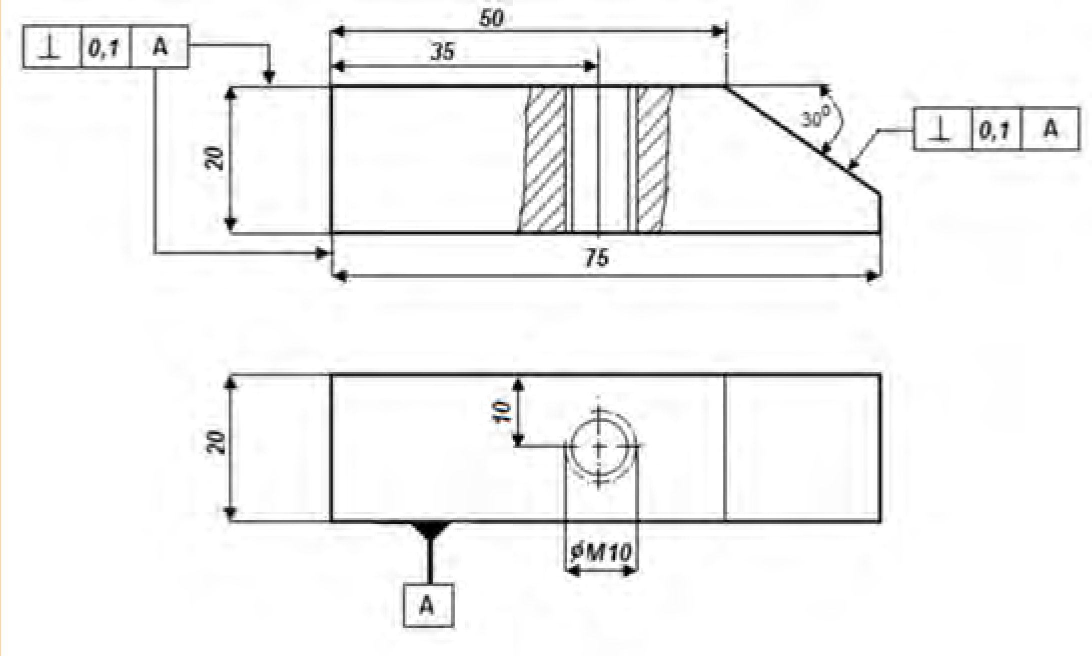
Peralatan tangan pada pekerjaan perkakas tangan digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Peralatan tangan yang digunakan untuk pengukuran besaran tertentu, misalnya: mistar, busur derajat, jangka sorong, mikro meter, pengukur tekanan, dan sebagainya. Peralatan ukur tersebut telah di bahas pada Bab sebelumnya, karenanya tidak menjadi pembahasan dalam bab ini.
2. Peralatan tangan tanpa sumber tenaga dari luar, misalnya: kikir, obeng, tang, gergaji tangan, palu, dan lain-lain
3. Peralatan tangan yang menggunakan sumber listrik dengan daya yang relatif kecil, misalnya : bor listrik, solder, gergaji listrik manual.

1. Membaca Gambar Kerja

Materi menggambar dan membaca gambar teknik merupakan prasarat pada mata pelajaran memilih dan mengunkan perkakas tangan ini, karenanya kamu tentu dapat membaca gambar kerja yang ditampilkan. Dengan membaca gambar, dapat direncanakan kebutuhan bahan, tahapan pengerjaan dan alat yang diperlukan. Selanjutnya dapat pula ditentukan pencegahan kecelakaan kerja berdasar lingkup kerja dan lingkungan kerja yang digunakan untuk bekerja.

Eksplorasi



Gambar 6.1.Palu Pena

Perhatikan Gambar 6.1
Diskusikan dengan teman Kamu untuk menjawab pertanyaan berikut;

1. Sebutkan bagian-bagian palu pena!
2. Bahan apa yang cocok untuk dibuat palu pena tersebut?
3. Bagaimana langkah pembuatan palu pena?
4. Alat apa saja yang dibutuhkan?

2. Merencanakan Langkah Kerja

Pada pembelajaran memilih dan menggunkan perkakas tangan, materi pembelajaran dikelompokkan sesuai tahapan pekerjaan sebagai berikut :

1. Mempersiapkan pekerjaan
2. Mengukur dan melukis benda kerja
3. Memotong benda kerja
4. Mengikir dan mengikis benda kerja
5. Melubangi benda kerja
6. Mengulir benda kerja

Pada langkah mempersiapkan gambar kerja dapat ditentukan bahan, kebutuhan alat, dan melakukan analisis pencegahan kecelakaan kerja.

3. Menyiapkan Bahan dan alat

Bahan dan alat merupakan hal penting untuk membuat benda kerja. Bahan harus disesuaikan dengan fungsi dan kegunaan benda kerja yang dibuat, alat perlu disiapkan sesuai dengan langkah kerja yang akan dibuat.

4. Menerapkan Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Setiap pekerjaan tentu memiliki resiko kecelakaan yang dapat terjadi, karenanya perlu dilakukan analisis terhadap pekerjaan sebelum kita mulai bekerja. Kecelakaan kerja dapat ditimblukan oleh lingkungan kerja, alat yang digunakan, dan proses kerja. Sedangkan hal yang perlu kita amankan adalah keselamatan pekerja/yang melakukan pekerjaan, bahan/benda kerja yang dibuat agar hasilnya sesuai ketentuan atau gambar kerja, alat yang digunakan agar tidak mudah rusak, serta lingkungan kerja terhadap limbah yang dihasilkan saat bekerja.



Asosiasi

Perhatikan Tabel 6.2 dan isilah dengan analisis pencegahan kecelakaan kerja.

Tabel 6.2
Analisis Pencegahan Kecelakaan
Pada Pekerjaan Menggunakan Perkakas Tangan

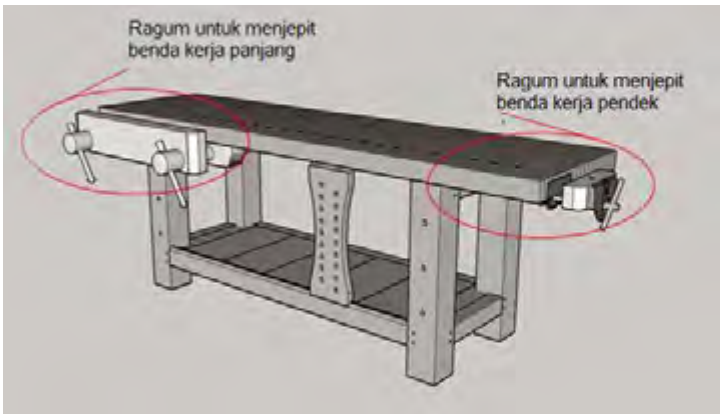
No	Kegiatan	Alat/bahan Digunakan	Pencegahan Kecelakaan Terhadap			
			Pekerja	Benda Kerja	Alat	Lingkungan
1	Mempersiapkan pekerjaan	• Gambar kerja				
2	Mengukur dan melukis benda kerja	• Benda kerja • Ragum • Penggaris • Penitik • Penggores				
3	Memotong benda kerja	• Ragum • Gergaji				
4	Mengikir dan mengikis benda kerja	• Kikir				
5	Melubangi benda kerja	• Mesin Bor				
6	Mengulir benda kerja	• Tap • Sney				

B. Melukis Benda Kerja

Melukis pada pekerjaan perkakas tangan adalah membuat gambar pola pada benda kerja sesuai dengan gambar kerja, untuk itu harus dipahami gambar kerja yang akan dikerjakan, meliputi bentuk, ukuran dan cara pengerjaanya. Untuk melakukan pekerjaan ini diperlukan peralatan; meja kerja, peralatan ukur, penggores (*sciber*), penitik (*punch*), jangka, siku mekanik, pelabur, dan balok penggores.

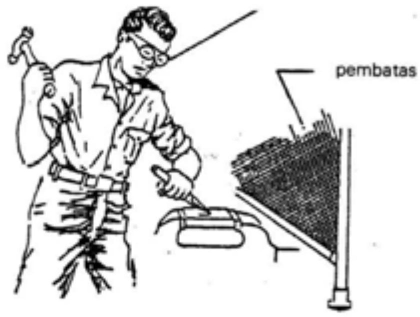
1. Meja kerja

Meja kerja dibuat kokoh dengan permukaan yang rata, dan pada bagian pinggir terpasang ragum penjepit. Hampir seluruh pekerjaan perkakas tangan dilaksanakan di atas meja kerja ini, karenanya pekerjaan menggunakan perkakas tangan ini dikenal juga dengan pekerjaan kerja bangku.



Gambar 6.2 Meja Kerja

Untuk pekerjaan dengan meja yang dapat digunakan oleh beberapa orang, hendaknya dipasang pembatas meja untuk mencegah pecahan logam terpental mengenai orang lain



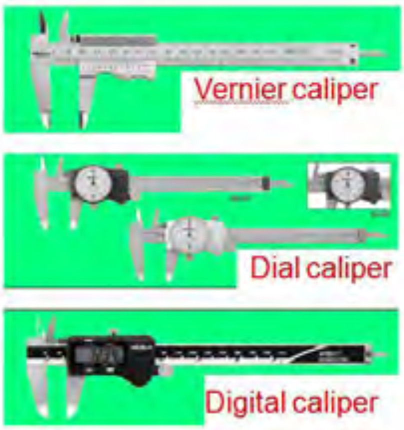
Gambar 6.3 Pembatas Meja Kerja

2. Peralatan ukur

Peralatan ukur digunakan untuk mengukur benda kerja sebagai dasar melukis, sehingga benda kerja dilukis sesuai gambar kerja. Berikut alat ukur yang digunakan pada pekerjaan perkakas tangan diantaranya adalah mistar baja, jangka sorong dan mikro meter.



Mistar baja





Gambar 6.4 Alat ukur pada pekerjaan perkakas tangan

3. Ragum

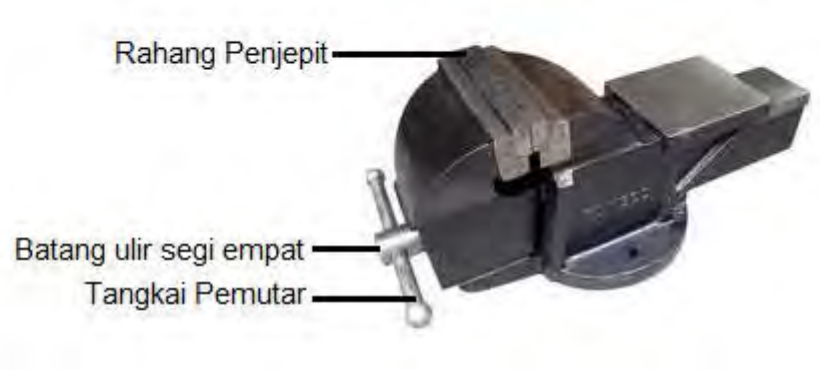
Ragum dipasang pada meja kerja, digunakan untuk menjepit benda kerja yang akan dikikir, dipahat, digergaji, ditap, diseney, dan lain-lain dengan kuat dan benar tidak merusak benda kerja. Dengan demikian ragum harus lebih kuat dari benda kerja yang dijepitnya. Dengan memutar tangkai (*handle*) ragum, maka mulut ragum akan menjepit atau membuka benda kerja yang dikerjakan. Bibir dari mulut ragum harus dijaga baik-baik, jangan sampai rusak akibat terpahat, terkikir dan sebagainya.



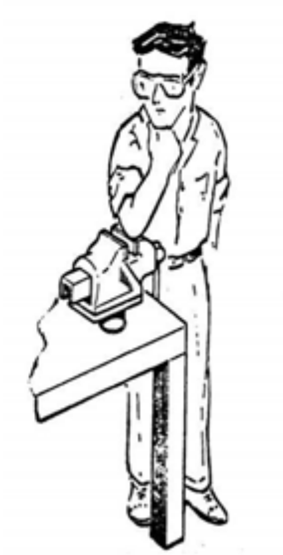
Gambar 6.5 Beberapa jenis ragum

Untuk menghasilkan penjepitan yang kuat maka pada mulut ragum/rahangnya dipasangkan baja berigi sehingga benda kerja dapat dijepit dengan kuat. Rahang-rahang ragum digerakkan oleh batang ulir yang dipasangkan pada rumah ulir. Apabila batang ulir digerakkan/diputar searah jarum jam, maka rahang ragum akan menutup, tetapi bila diputar berlawanan dengan arah jarum jam maka rahang ragum akan membuka.

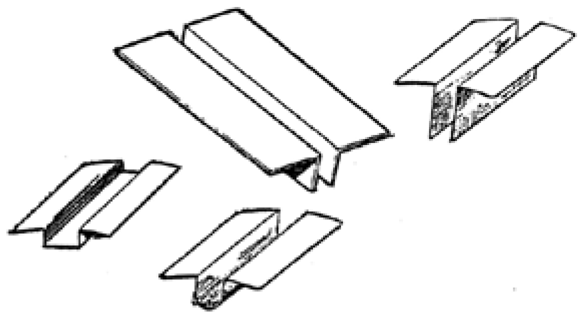
Pemasangan ragum pada meja kerja harus disesuaikan dengan tinggi pekerja yang akan bekerja. Sebagai patokan adalah apabila ragum dipasang pada meja kerja, maka tinggi mulut ragum harus sebatas siku dari pekerja pada posisi berdiri sempurna.



Gambar 6.6 Bagian bagian ragum



Gambar 6.7 Memilih tinggi ragum untuk bekerja



Gambar 6.8 Pelapis rahang ragum

Dalam penjepitan benda kerja tidak diharapkan permukaan benda kerja mengalami kerusakan atau cacat karena jepitan rahang ragum. Guna mengatasi hal itu, maka pada saat melakukan penjepitan benda kerja dengan ragum hendaknya rahang ragum dilapisi dengan pelapis. Pelapis tersebut terbuat dari bahan yang lunak seperti baja lunak, pelat tembaga, karet pejal dan pelat seng yang tebal. Batang ulir dan rumah ragum harus selalu diperiksa dari proses pelumasan. Jika ditinggalkan rahang ragum harus selalu dalam keadaan tertutup. Ragum bukanlah merupakan landasan sehingga tidak diperkenankan untuk melakukan pemukulan benda kerja dengan dengan ragum sebagai landasan.

Hal-hal yang pelu diperhatikan atau yang perlu dipedomani dalam penjepitan benda kerja pada ragum adalah sebagai berikut:

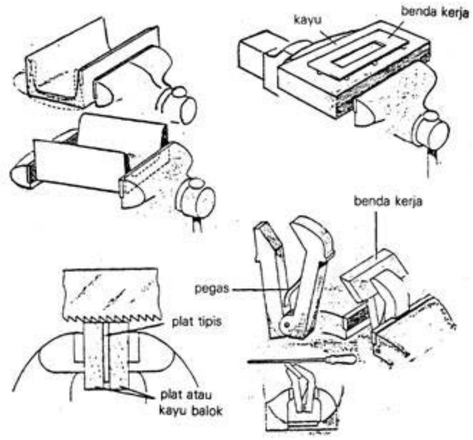
a. Gunakan pelapis rahang ragum untuk mencegah benda kerja agar tidak rusak permukaannya.
b. Penjepitan benda kerja harus rata, artinya permukaan benda kerja yang keluar dari rahang ragum harus lurus dan sejajar dengan rahang ragum.
c. Untuk penjepitan benda kerja yang berlubang seperti pipa yang tipis digunakan bahan tambahan lain yang dimasukkan ke dalam pipa, sehingga pipa yang dijepit tidak akan mengalami kerusakan/berubah bentuk.
d. Untuk penjepitan benda kerja yang tipis (pelat tipis) gunakan landasan dari kayu. Landasan tersebut dijepit pada rahang ragum.

Ketinggian pemasangan ragum pada meja kerja sangat berpengaruh dalam pelaksanaan pekerjaan. Sebagai pedoman pengaturan tinggi rendahnya jepitan benda kerja pada ragum adalah sebagai berikut:

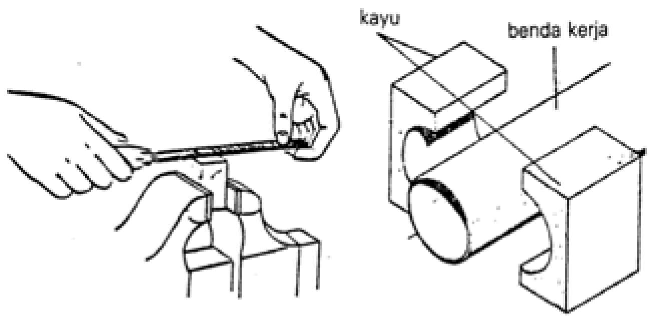
a. Untuk pekerjaan yang tidak memerlukan gaya yang besar seperti pada pekerjaan akhir, benda kerja dapat di jepit lebih tinggi, artinya permukaan benda kerja yang keluar dari rahang ragum lebih tinggi
b. Untuk pekerjaan yang memerlukan gaya yang besar seperi memahat, menggergaji, mengikir, mengetap dan menyenai maka

kedudukan benda kerja harus serendah mungkin berada di atas rahang ragum

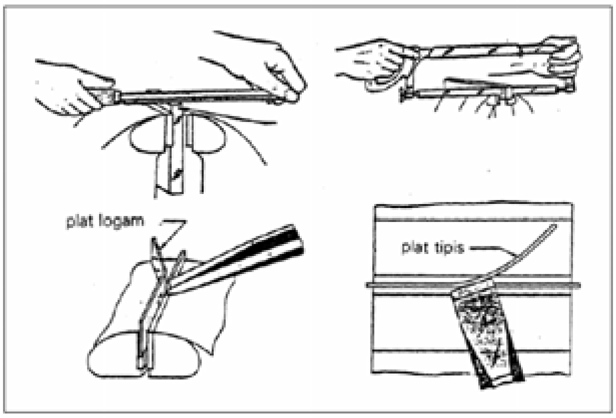
c. Untuk penjepitan pipa-pipa sebaiknya digunakan pelapis rahang, di mana bentuk pelapis rahang tersebut hendaknya masing-masing berbentuk setengah lingkaran. Bahan pelapis biasanya bisa dari kayu atau dari bahan yang lunak sehingga tidak akan merusak penampang pipa.



Gambar 6.9 Penjepitan beberapa jenis bahan benda kerja



Gambar 6.10 Pengikatan benda kerja pada ragum



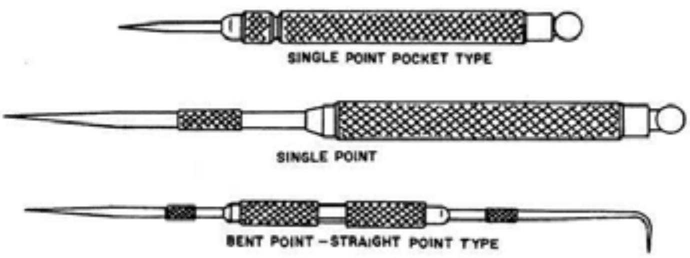
Gambar 6.11 Posisi penjepitan benda kerja pada ragum

4. Penggores (*sciber*) dan Balok penggores

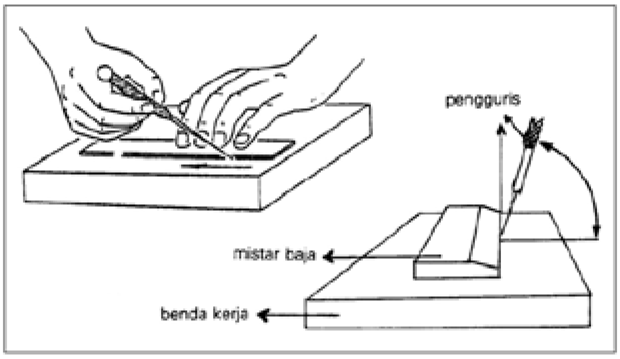
a. Penggores

Penggores digunakan untuk penandaan dengan menggoreskan garis tipis dan dipakai dengan mempergunakan siku-siku atau mistar. Alat ini digunakan untuk menggores permukaan benda kerja, sehingga dihasilkan goresan garis gambar pada benda kerja. Karena tajam, maka ia dapat menghasilkan goresan yang tipis tapi dalam. Bahan untuk membuat penggores ialah baja perkakas, sehingga ia cukup keras dan sanggup menggores benda kerja. Sebelum digunakan ujung penggores dikeraskan terlebih dahulu.

Terdapat dua jenis penggores, yaitu penggores dengan kedua ujung tajam dengan bentuk satu ujung lurus dan satu ujung lain bengkok, kedua penggores dengan hanya satu ujung yang tajam, sedangkan ujung yang lainnya tidak tajam.



Gambar 6.12 Macam-macam penggores



Gambar 6.13 Langkah menggores benda kerja

Perhatikan

Hal yang perlu diingat dalam melakukan lukisan menggunakan penggores, yaitu:

1. Mata penggores harus tajam dan keras atau dikeraskan
2. Pembuatan garis pada benda kerja dengan menggunakan penggores hanya dilakukan satu kali, sebab apabila dilakukan secara berulang-ulang akan dapat membuat garis yang banyak, sehingga akan membingungkan para pekerja untuk menentukan garis mana yang harus diikuti dalam pelaksanaan pekerjaan.
3. Dalam pelaksanaan pembuatan garis dengan menggunakan penggores dibutuhkan alat-alat bantu lain, seperti; mistar baja, siku-siku, protractor dan peralatan lain sesuai dengan jenis garis dan gambar yang diinginkan.

Langkah-langkah penggunaan penggores adalah sebagai berikut:

a. Beri pewarna permukaan benda kerja yang akan digores atau diberi gambar.
b. Tentukan kedudukan dari garis gambar yang akan dibuat.
c. Letakkan benda kerja dan alat bantu pada meja perata.
d. Pegang alat bantu pada tangan kiri dan penggores pada tangan kanan.

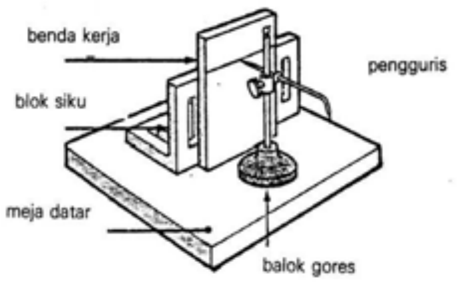
e. Tempatkan alat bantu (siku atau mistar baja) pada daerah di mana garis akan dibuat
f. Miringkan penggores dan tempatkan ujungnya pada tempat yang telah ditentukan. Apabila sudah benar lakukan penggoresan secara perlahan-lahan.

b. Balok Penggores

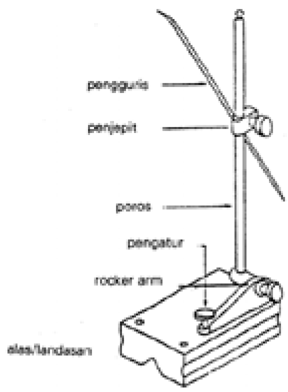
Pada proses pelaksanaan melukis dan menandai pemakaian penggores sangat banyak dan menggunakan beberapa alat bantu lainnya, seperti memakai bilah penggores. Dengan menggunakan alat-alat bantu tersebut maka akan dapat dihasilkan lukisan yang benar-benar baik dan proses pelaksanaan pekerjaan menjadi lebih singkat. Sebagai contoh di bawah ini dapat dilihat proses penggoresan atau membuat garis-garis dengan menggunakan penggores dan alat-alat bantu lain seperti blok siku, dan blok gores.

Alat bantu blok penggores adalah alat bantu yang banyak dipakai pada pekerjaan penggoresan benda kerja. Dengan menggunakan alat bantu ini, maka pekerjaan yang sulit dapat dikerjakan. Sebagai contoh penggoresan benda kerja yang dijepit pada blok siku. Dengan menggunakan blok penggores ini maka penggoresan atau pembuatan garis akan dapat dijamin ketelitiannya. Blok penggores ini terdiri dari bilah baja sebagai alasnya yang dilengkapi dengan penjepit yang dapat berputar. Penjepit ini untuk mengikat poros utama, di mana penggores akan dijepitkan di sini. Blok alasnya mempunyai alur berbentuk V, sehingga ia mudah ditempatkan di aats benda kerja yang berbentuk bulat. Pada poros dilengkapi dengan penjepit penggores, sehingga kedudukan penggores bisa diatur tinggi rendahnya sesuai dengan kebutuhan. Pada alasnya juga dilengkapi peralatan pengatur, sehingga kedudukan poros dapat diatur pada posisi-posisi yang diinginkan. Untuk menjamin agar blok alas tidak bergerak, maka pada blok alas juga dilengkapi dengan pena penahan. Alat ini di samping untuk membuat garis pada benda kerja pada saat melukis dan manandai, juga dapat digunakan untuk memeriksa kesejajaran permukaan benda kerja.

Penggunaan lainnya ialah untuk membantu pengukuran ketinggian dari benda kerja, terutama ialah apabila pada permukaan benda kerja tersebut akan dibuat garis batas pengerjaan.



Gambar. 6.14
Menggores dengan alat bantu



Gambar 6.15 Blok penggores

5. Penitik (*punch*)



Gambar 6. 16
Penitik

Penitik dibuat dari baja perkakas yang dibagian badannya dibuat bergerigi agar tidak licin pada waktu dipegang. Bagian ujungnya dibuat lancip dan mata penitiknya diasah pada mesin gerinda sehingga masing-masing membentuk sudut 90 derajat untuk penitik pusat, dan 60 derajat untuk penitik garis

Terdapat 2 jenis penitik ditinjau dari segi fungsinya, yaitu penitik garis dan penitik pusat/senter. Kedua jenis penitik tersebut sangat penting dalam pelaksanaan melukis dan menandai, sebab masing-masing mempunyai sifat-sifat tersendiri.

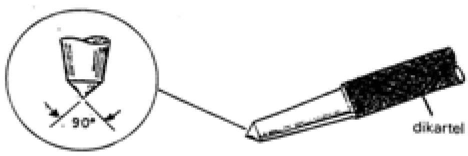
c. **Penitik garis.**



Gambar 6.17 Penitik garis

Penitik garis memiliki sudut mata sebesar 60 derajat. Dengan sudut yang kecil ini maka ia dapat menghasilkan suatu tanda yang sangat kecil. Dengan demikian jenis penitik ini sangat cocok untuk memberikan tanda-tanda batas pengerjaan pada benda kerja. Tanda-tanda batas pengerjaan pada benda kerja akan dihilangkan pada waktu *finishing* (pengerjaan akhir), maka tanda-tanda yang tipis dan jelas adalah yang sangat diperlukan agar supaya tidak menimbulkan bekas setelah selesai pekerjaan *finishing*.

d. **Penitik pusat/center.**

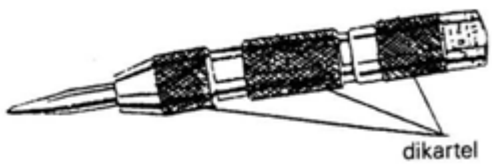


Gambar 6.18 Penitik pusat

Penitik pusat memiliki sudut 90 derajat, sehingga ia akan menimbulkan bekas yang lebar pada benda kerja. Penitik pusat ini digunakan untuk membuat tanda terutama untuk tanda pengeboran atau tempat di mana tanda tersebut akan dikerjakan lanjutan dengan menggunakan mesin bor atau dibuat lobang dengan menggunakan mesin bor. Karena sudut penitik ini besar, maka tanda yang dibuat dengan menggunakan penitik ini akan dapat mengarahkan mata bor untuk tetap artinya mata bor tidak akan berpindah tempat pada saat pengeboran berlangsung. Dengan adanya tanda tersebut akan dapat mengarahkan mata bor tetap pada posisi pengeboran.

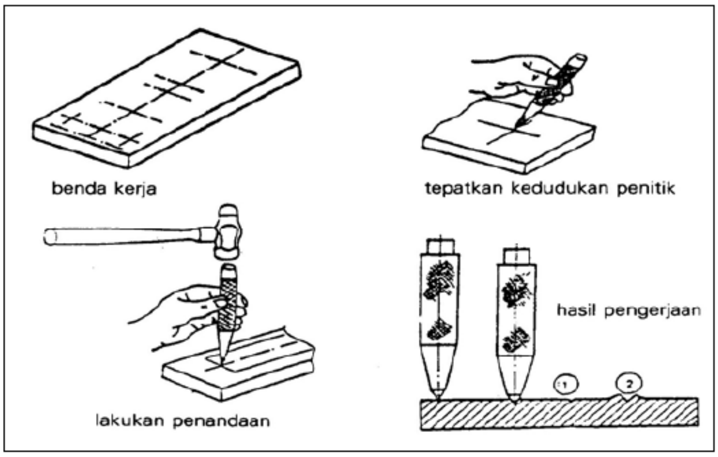
c. Penitik otomatis

Penitik otomatis ini banyak digunakan untuk membuat titik senter/pusat pada benda kerja, dimana di tempat tersebut akan dikerjakan lanjutan terutama untuk dibor atau dibuat lobang. Dengan demikian sudut matanya adalah sebesar 90 derajat, tetapi ada juga penitik otomatis dengan sudut matanya 30 derajat dan 60 derajat. Dengan besar sudut sebesar itu jelas pemakaian dari penitik senter/pusat hanya untuk memberikan tanda-tanda pada pekerjaan melukis. Dalam pemakaiannya maka penitik otomatis dan penitik pusat serta penitik garis adalah sama. Perbedaan antara penitik garis dan penitik pusat dengan penitik otomatis ialah hanya pada konstruksinya. Pada bagian badan pentik otomatis terdapat rongga, di mana pada rongga tersebut dipasangkan kepala baut yang bergerigi serta mempunyai pegas. Jika penitik ini ujungnya ditekankan pada benda kerja, maka pegas akan meregang dan jika sampai pada batasnya pegas akan lepas kembali, sehingga kembali pada posisi semula. Dengan lepasnya pegas tersebut maka akan menekan pada benda kerja dan timbullah tanda pada benda kerja.



Gambar 6.19 Penitik otomatis

Besar tanda yang dibuat tergantung dari besar suatu mata penitik itu sendiri. Tanda-tanda yang dihasilkan oleh penitik adalah sangat penting bagi para pekerja, untuk itu dalam melakukan pembuatan tanda pengerjaan dengan menggunakan penitik harus dilakukan secara benar.



Gambar 6.20 Membuat tanda dengan penitik

Langkah-langkah pelaksanaan pembuatan tanda-tanda pengerjaan dengan menggunakan penitik adalah sebagai berikut :

a. Setelah permukaan benda kerja diberi pewarna, maka tentukan tempat di mana akan dibuat tanda-tanda batas pengerjaan atau tanda di mana akan dibuat lobang. Biasanya dengan menggunakan penggores.
b. Setelah itu pegang penitik dengan menggunakan tangan kiri dan pegang palu dengan tangan kanan (khusus untuk penitik garis dan penitik pusat bukan untuk penitik otomatis).
c. Tempatkan ujung penitik pada garis yang akan ditandai atau pada titik di mana akan dibuat titik senter. Penempatan ujung penitik pertama-tama dimiringkan, sehingga dapat dipastikan bahwasanya ujung penitik benar-benar berada pada garis atau titik yang dimaksudkan.
d. Setelah kedudukan mata penitik tepat, maka tegakkan penitik sehingga ia tegak lurus terhadap benda kerja.
e. Pukullah kepala penitik dengan menggunakan palu (palu yang digunakan untuk pekerjaan ini ialah palu dengan berat 250 gram). Lakukanlah secara berulang-ulang, sehingga pekerjaan selesai. Untuk pembuatan tanda batas pengerjaan jarak antara titik yang satu dengan titik yang lainnya adalah sebesar 1 sampai 2 mm.

Apabila menggunakan penitik otomatis, maka tidak diperlukan lagi palu. Untuk membuat tanda pada benda kerja baik tanda batas pengerjaan maupun tanda senter cukup hanya menekankan ujung penitik otomatis pada benda kerja. Sedangkan langkah-langkah yang lain adalah sama dengan langkah pembuatan tanda dengan menggunakan penitik garis dan penitik pusat.

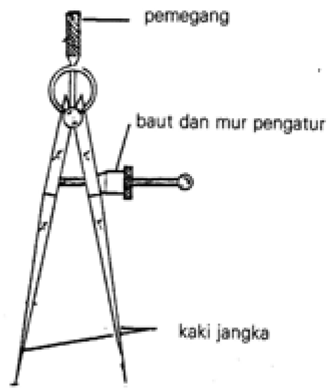
6. Jangka

Dalam pelaksanaan pekerjaan melukis dan menandai dibutuhkan beberapa jenis jangka. Ada empat jenis jangka yang sering digunakan pada pekerjaan melukis dan menandai, yaitu : jangka tusuk, jangka kaki, jangka bengkok dan jangka pincang. Masing-masing jangka tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan, dan masing-masing saling bantu membantu dalam pelaksanaan pekerjaan melukis dan menandai.

a. Jangka Tusuk

Jangka tusuk banyak digunakan untuk menarik garis atau membuat garis pada permukaan benda kerja. Garis tersebut terutama untuk garis lingkaran, garis lurus, membagi garis sama besar dan radius. Jangka ini dapat digunakan untuk membuat garis yang sama pada beberapa benda kerja. Jangka tusuk terbuat dari bahan baja perkakas dengan bagian ujung-ujungnya dikeraskan. Alat ini dapat diatur pembukaan ukurannya, karena alat ini dilengkapi dengan baut pengatur. Dengan demikian ia dapat digunakan untuk membuat misalnya garis lingkaran yang kecil dan garis lingkaran yang besar. Dengan demikian ia

dapat digunakan untuk membuat misalnya garis lingkaran yang kecil dan garis lingkaran yang besar. Bagian ujung jangka ini sangat tajam, agar dapat dihasilkan garis yang tipis dan jelas. Hal ini sesuai aturan dalam melukis dan menandai.



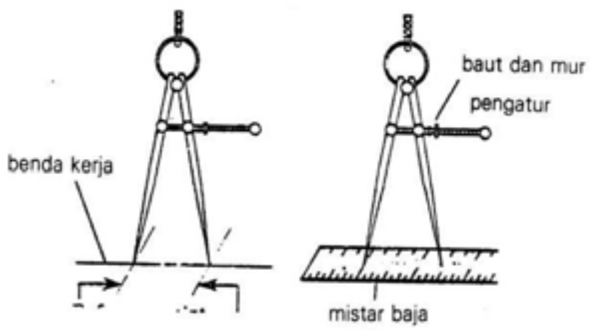
Gambar 6.22 Jangka tusuk

Jangka tusuk ini juga sering digunakan untuk memindahkan ukuran, artinya mengukur besarnya ukuran pada mistar baja kemudian memindahkannya pada benda kerja. Karena jangka ini berujung tajam, maka ukuran yang dipindahkan tidak banyak mengalami perubahan.

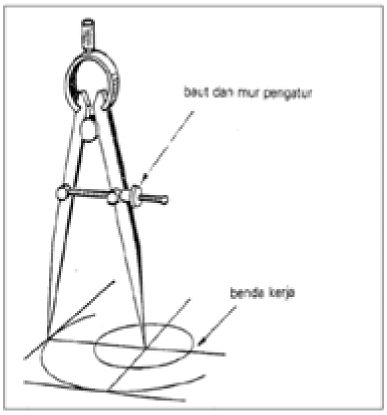
Benda kerja yang akan dikerjakan atau dilukis dengan menggunakan jangka tusuk permukaannya harus dibersihkan dari karat atau kotoran lainnya. Pembersihan bisa dilakukan dengan menggunakan kikir kasar dan kikir halus. Setelah permukaannya bersih, selanjutnya diberi pewarna agar garis batas atau lukisan yang dibuat antinya bisa terlihat dengan jelas. Sampai pada tahap ini maka benda kerja tersebut telah siap untuk dilukis dan ditandai. Misalnya akan dibuat gambar

lingkaran pada permukaan benda kerja. Langkah pembuatan lingkaran dengan menggunakan jangka tusuk adalah sebagai berikut :

a. Tentukan titik senter/pusat dari lingkaran yang akan dibuat.
b. Tentukan berapa besar diameter lingkaran yang akan dibuat.
c. Setelah diketahui diameter lingkaran yang akan dibuat, maka ukuran pembukaan jangka seperti ukuran yang diminta oleh ukuran lingkaran (lihat gambar 6.23).
d. Setelah tepat kedudukan pembukaan jangka, tempatkan salah satu kaki jangka tusuk pada titik senter, dan kaki yang satunya di atas permukaan bagian benda kerja lainnya.



Gambar 6.23 Cara mengukur dengan jangka tusuk



Gambar 6.24 Membuat lingkaran dengan jangka tusuk

b. Jangka kaki

Kegunaan jangka kaki pada bengkel kerja mesin adalah untuk melakukan pengukuran diameter dalam dari suatu benda kerja. Pengukuran dengan menggunakan jangka kaki tidak dapat dikatakan presisi, sebab jangka bukan merupakan alat ukur presisi. Jangka ini juga dapat digunakan untuk melakukan pengukuran lebar celah dan kesejajaran celah benda kerja. Jangka kaki terbuat dari bahan baja perkakas, sehingga cukup kuat dan pada ujung-ujung kakinya dikeraskan agar tidak cepat aus. Bentuk dari jangka kaki menyerupai jangka tusuk, hanya pada ujungnya yang berbeda, di mana pada jangka kaki ujungnya bengkok ke luar. Di bawah ini diberikan contoh pemakaian jangka kaki pada pekerjaan pengukuran terhadap benda kerja.

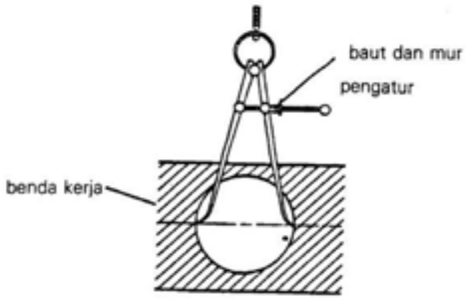


Gambar 6.25. Jangka kaki

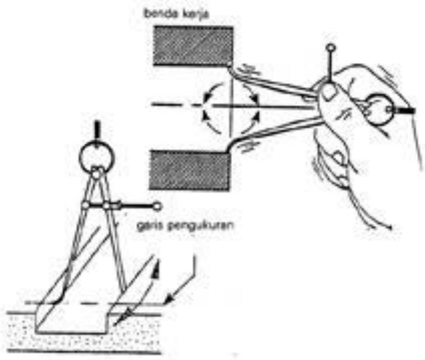
c. Jangka bengkok

Kegunaan jangka bengkok adalah untuk melakukan pengukuran terhadap diameter luar benda kerja dan ketebalan benda kerja atau bahan bakal. Jangka bengkok ini adalah alat ukur kasar artinya ia tidak

digunakan untuk mengukur benda kerja yang presisi, tetapi hanya digunakan sebagai pedoman pengukuran secara kasar.



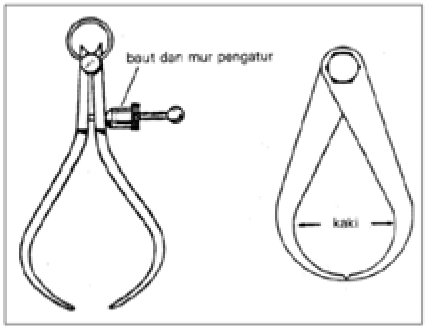
Gambar 6.26 Mengukur diameter dalam dengan jangka kaki



Gambar 6.27 Mengukur celah dengan jangka kaki

Bentuk jangka bengkok adalah kaki-kakinya bengkok dan ujungnya menghadap ke dalam. Seperti jangka kaki ujung-ujung jangka bengkok ini juga dikeraskan agar ia tidak cepat aus. Bentuk atau konstruksi dari jangka bengkok sangat bervariasi tergantung dari pabrik pembuatnya, tetapi jenis bahan pembuatnya adalah sama, yaitu dari baja perkakas. Kebanyakan jangka bengkok yang digunakan pada

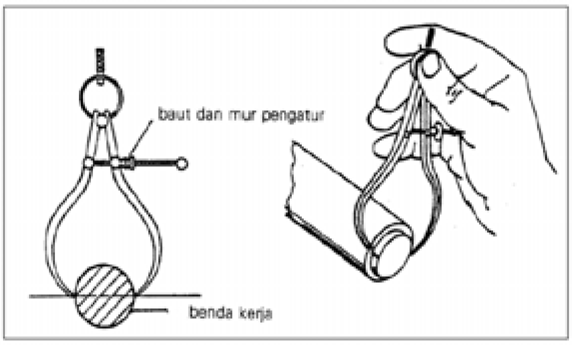
bengkel kerja mesin dengan konstruksi memakai baut penyetel, hal ini untuk memudahkan dalam pemakaiannya.



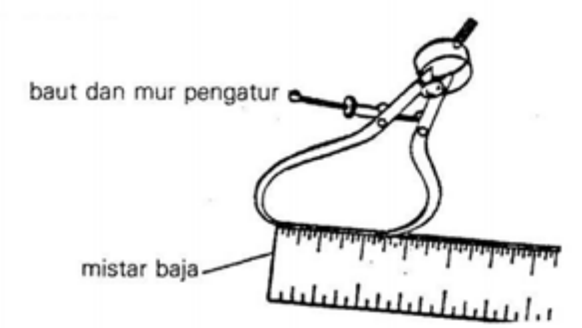
Gambar 6.28. Jangka bengkok

Langkah kerja untuk melakukan pengukuran diameter luar benda kerja dengan menggunakan jangka bengkok adalah sebagai berikut :

a. Bersihkan benda kerja dan ujung-ujung kaki jangka bengkok.
b. Buka kaki-kaki jangka bengkok hingga mendekati ukuran diameter benda kerja (dengan perkiraan).
c. Tempatkan jangka bengkok pada posisi tegak lurus terhadap benda kerja yang akan diukur.
d. Atur kaki-kaki jangka bengkok dengan menggunakan baut pengatur, sehingga ujung kaki jangka bengkok menyentuh permukaan benda kerja.
e. Setelah ujung kaki menyentuh permukaan benda kerja putarlah jangka tersebut, sehingga dapat diyakini bahwa ujung kaki jangka menyentuh seluruh permukaan benda kerja. Kemudian bacalah ukuran diameter benda kerja dengan menggunakan alat bantu mistar baja atau vernier caliper.



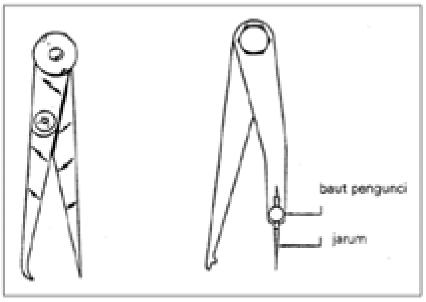
Gambar 6.29 Mengukur diameter luar benda



Gambar 6.30 Membaca ukuran dengan bantuan mistar baja

d. Jangka pincang (*Hermaphrodite Caliper*)

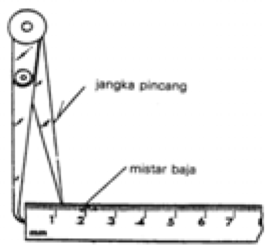
Bentuk dari jangka pincang ialah kaki yang satu ujungnya sama dengan kaki pada jangka tusuk, sedangkan yang satunya lagi sama bentuknya dengan kaki jangka bengkok. Jangka pincang ini sangat banyak digunakan pada pekerjaan melukis dan menandai seperti; untuk menarik garis sejajar,mencari titik senter/pusat. Dengan demikian jangka ini sangat banyak digunakan pada bengkel kerja bangku maupun pada bengkel kerja mesin. Konstruksi dari jangka ini hampir sama dengan jangka-jangka yang lainnya juga bahan pembuatnya pun dari bahan yang sama.



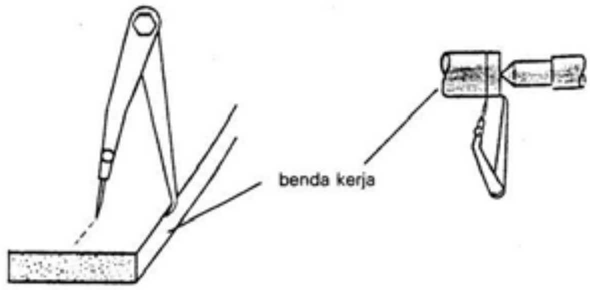
Gambar 6.31 Jangka pincang

Langkah kerja pembuatan garis sejajar pada benda kerja dengan menggunakan jangka pincang adalah sebagai berikut :

a. Tentukan berapa lebar garis sejajar yang akan dibuat.
b. Ukurkan pembukaan kaki jangka pada mistar baja suai dengan ukuran yang diminta. Caranya adalah letakkan ujung kaki yang bengkok kebagian ujung kaki mistar baja, sedangkan ujung kaki yang tajam pada skala ukuran mistar baja.
c. Setelah didapatkan ukuran yang tepat, maka lakukan pembuatan garis sejajar pada benda kerja, caranya ialah tempatkan ujung kaki jangka yang bengkok pada sisi benda kerja, sedangkan ujung kaki yang tajam pada permukaan benda kerja. Kemudian lakukan penggoresan.



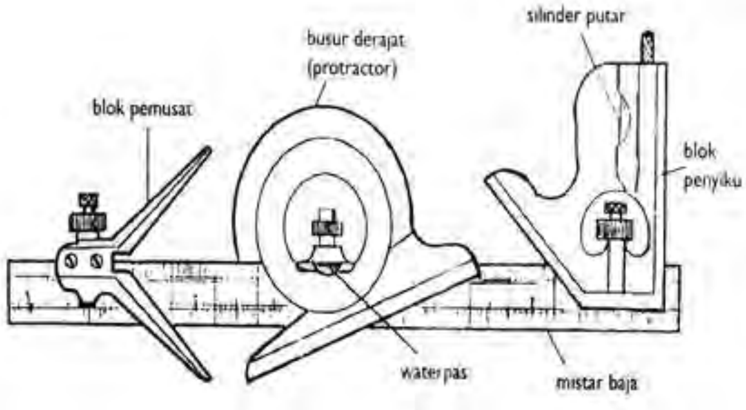
Gambar 6.32 Mengukur pembukaan kaki dengan mistar baja



Gambar 6.33 Cara membuat garis sejajar

7. Siku Mekanik

Siku mekanik (bevel Protetor) adalah suatu gabungan dari bermacam pengukur, pemeriksa, dan penarik garis yang dapat dibedakan daripada bentuk baloknya satu set terdiri dari:

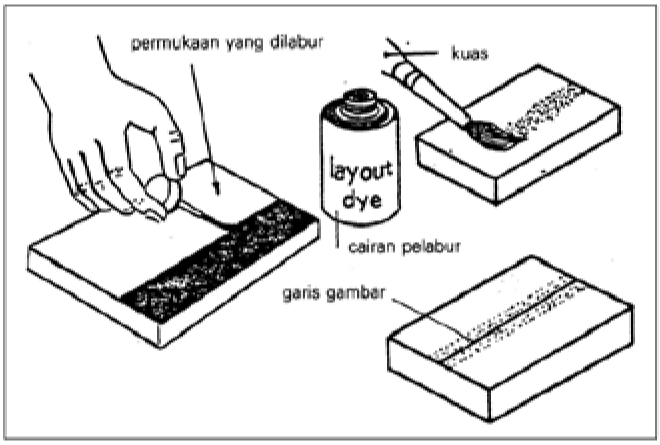


Gambar 6.34 Siku Kombinasi

8. Pelabur

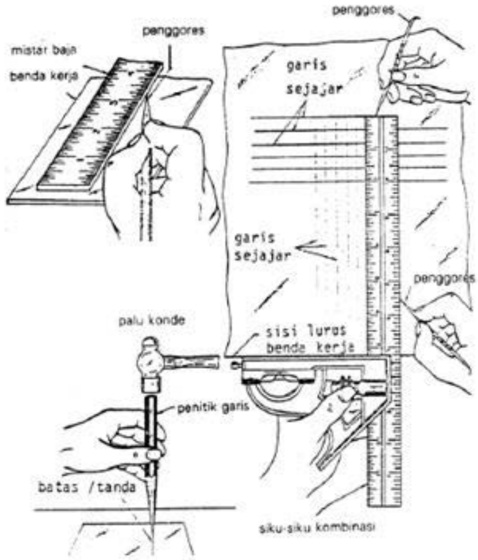
Pelabur digunakan untuk mendapatkan hasil lukisan yang baik dan benar, maka sebelum dilakukan penggambaran atau melukis bahan bakal, hendaknya bahan bakal terlebih dahulu dibersihkan bagian permukaannya, di mana lukisan akan dibuat. Pembersihan permukaan bahan bakal biasanya dengan menggunakan kikir kasar, sehingga permukaan bahan bakal menjadi putih bersih dan siap untuk dilakukan pekerjaan melukis dan menandai. Dengan telah bersihnya permukaan

bahan bakal (salah satu permukaannya), maka bahan bakal tersebut telah siap untuk dikerjakan. Pertama-tama persiapkan terlebih dahulu gambar kerja, bahan-bahan pelabur, alat-alat bantu untuk melukis dan menandai. Setelah semua bahan dan alat untuk keperluan melukis dan menandai, maka dapat memulai pekerjaan melukis dan menandai. Untuk mendapatkan gambar dan lukisan yang jelas pada bahan bakal, maka bagian yang telah dibersihkan terlebih dahulu dilabur dengan menggunakan zat pewarna khusus, atau menggunakan kapur berwarna yang telah dibasahi.



Gambar 6.35
Memberikan pewarna pada permukaan benda kerja

Setelah pewarna menjadi kering, barulah dimulai membuat lukisan data gambar enda kerja yang akan dikerjakan, baik akan dikerjakan dengan mesin maupun akan dikerjakan dengan alat-alat tangan. Perlu diingat pembuatan garis-garis gambar hanya dilakukan satu kali, untuk itu perlu berhati-hati dalam menentukan titik atau pembuatan garis.



Gambar 6.36

Melakukan pekerjaan menggaris dan menitik

C. Memotong benda kerja

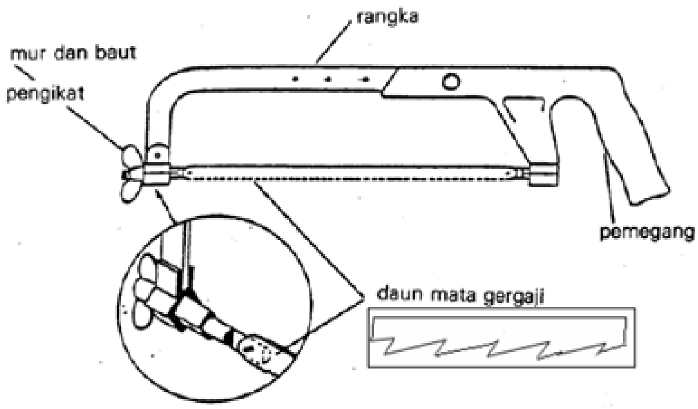
1. Gergaji Tangan

Gergaji tangan adalah alat potong yang banyak dipergunakan pada bengkel kerja bangku dan kerja mesin. Gergaji tangan adalah peralatan utama dalam bengkel, karena fungsi alat ini adalah untuk mempersiapkan bahan bakal yang akan dikerjakan atau dibuat benda kerja. Prinsip kerja dari gergaji tangan adalah langkah pemotongan ke arah depan, sedang langkah mundur mata gergaji tidak melakukan pemotongan.

Daun gergaji tangan merupakan alat pemotong dan pembuat alur yang sederhana, bagian sisinya terdapat gigi-gigi pemotong yang dikeraskan. Bahan daun gergaji pada umumnya terbuat dari baja perkakas (*tool steel*), baja kecepatan tinggi (*HSS high speed steel*) dan baja tungsten (*tungsten steel*).

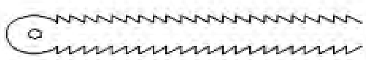


Gambar 6.37 Macam-macam gergaji tangan



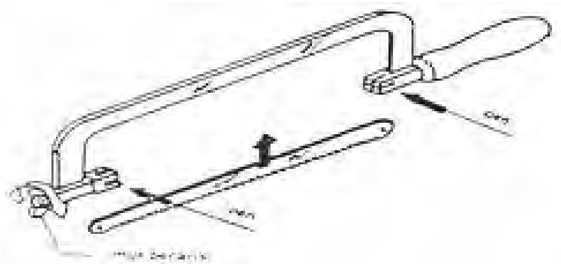
Gambar 6.38 Bagian-bagian gergaji tangan

Bagian-bagian utama gergaji tangan terdiri dari bingkai/rangka, pemegang, peregang/pengikat dan daun mata gergaji.

No.	Jenis daun gergaji	Pemakaian
1.	*Single cut* 	Kedalaman tak terbatas
2.	*Double cut* 	Maksimal kedalaman pemotongan sedikit di bawah gigi sebelah atas.

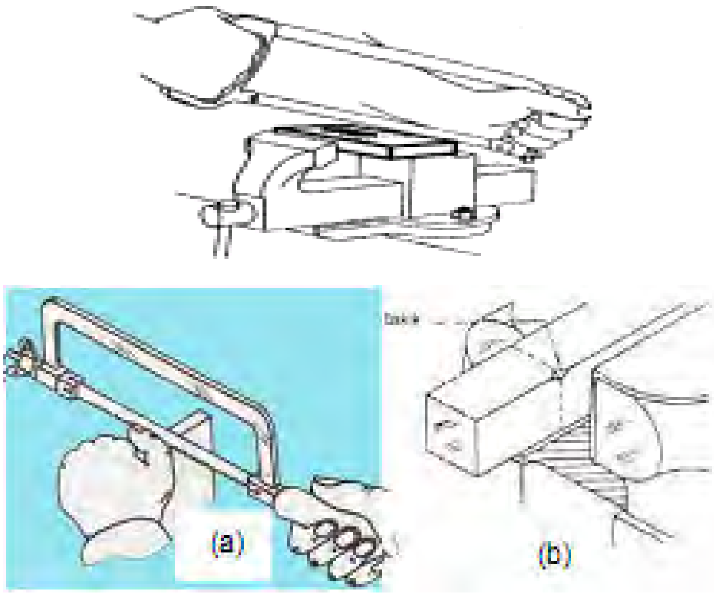
Gambar 6.39 Jenis daun gergaji

Gigi gergaji harus menghadap ke muka, ketegangannya harus cukup, sehingga tidak terjadi lekukan pada saat dipakai.



Gambar 6.40 Pemasangan Gergaji

Untuk pemotongan yang berat, tekanan gergaji cukup besar, namun untuk pemotongan yang perlu lurus hasilnya, tekanan gergaji harus ringan.



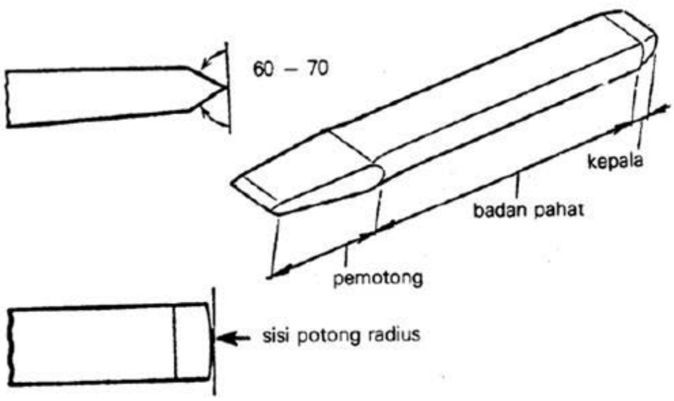
Gambar 6.41. Menggunakan Gergaji

Tinggi mulut catok/ragum sama seperti pada waktu mengikir, bagian yang digergaji harus sedekat mungkin dengan mulut catok/ragum. Pada permulaan menggergaji, tahan sisi gergaji dengan ibu jari (a). Untuk pemotongan yang dianggap presisi(b), sebelum digergaji benda kerja harus ditandai dulu sebagai jalan awal penggergajian.

2. Pahat Tangan

Pahat tangan juga disebut dengan pahat dingin, karena pahat ini digunakan untuk melakukan pemotongan benda kerja dalam keadaan dingin. Pahat tangan juga dapat digunakan untuk melakukan pemotongan panas, artinya pahat tersebut khusus dibuat untuk melakukan pemotongan pada saat bahan dalam keadaan panas, seperti pada bengkel tempa.

Pahat tangan merupakan alat potong yang sudah lama digunakan, baik dalam kegiatan di bengkel maupun dalam kehidupan sehari-hari. Pahat tangan tetap digunakan di dalam bengkel kerja bangku untuk melakukan pemotongan bahan, baik bahan berupa logam keras maupun logam lunak. Pahat tangan dibuat dari bahan baja perkakas dengan jalan ditempa untuk membentuknya dan digerinda untuk membentuk mata potongnya, kemudian dikeraskan mata potongnya. Kegunaan mata pahat dikeraskan adalah agar ia dapat melakukan pemotongan terhadap bahan lain tanpa mengalami kerusakan pada mata potongnya. Tidak seluruh bagian pahat tangan dikeraskan , tetapi hanya dikeraskan pada bagian mata potongnya. Badan pahat tidak dikeraskan agar ia dapat menahan gaya pukul dari palu, apabila dikeraskan akan menjadi rapuh .



Gambar 6.42 Pahat tangan



Gambar 6.43 Bentuk Pahat Tangan

Bentuk pahat tangan yang dimaksudkan di sini adalah bentuk mata potongnya. Pahat tangan (jenis pahat dingin) digunakan untuk memahat atau menyayat benda kerja dalam keadaan dingin. Menurut bentuk dan kegunaannya, pahat dingin dibagi menjadi bermacam-macam, yaitu:

a. Pahat rata/pipih, mempunyai kegunaan yang luas, misalnya untuk meratakan bidang, pengikisan bidang cembung, memotong plat, baut dan paku keling
b. Pahat alur/silang, digunakan untuk membuat alur-alur sempit, alur minyak
c. Pahat dam, untuk memotong bahan yang tebal, umumnya diawali dengan pengeboran secara berderet
d. Pahat radius/setengah bulat , digunakan untuk membuat alur bulat dan juga untuk meralat permulaan pengeboran yang salah
e. Pahat intan/dimon, digunakan untuk membersihkan sudut-sudut dalam, membuat alur V, meralat permukaan pemboran yang salah.



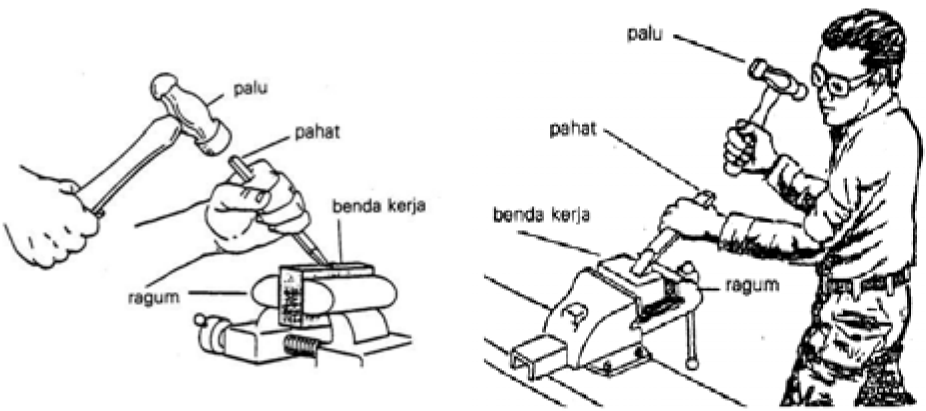
Gambar 6.44 Macam-macam Pahat Tangan

Rata-rata besar sudut mata potong pahat tangan sebesar 65 derajat, tetapi karena jenis bahan yang akan dipotong banyak jenisnya dengan kekerasan yang berbeda, maka dibuatlah sudut mata potong pahat yang bervariasi dari 55 derajat sampai 85 derajat. Makin keras bahan yang dipotong makin besar sudut mata potongnya. Dengan makin besar sudutnya, berarti makin kuat mata potong pahat untuk melakukan pemotongan.

Tabel 6.3
Hubungan besar sudut mata potong dengan jenis bahan yang akan dipotong

No.	Bahan yang dipotong	Besar sudut
1	Baja Tuang	65 derajat
2	Besi Tuang	60 derajat
3	Mild Steel	55 derajat
4	Kuningan	50 derajat
5	Tembaga	45 derajat
6	Aluminium	30 derajat

Memahat adalah proses membuang bahan yang tidak dipergunakan untuk pembuatan benda kerja dengan cara menyayat atau memotongnya. Pekerjaan penyayatan dilakukan oleh mata pahat. Gaya penyayatan diperoleh dari pukulan palu. Untuk menghasilkan penyayatan yang baik, maka cara memegang pahat, cara memegang palu, cara berdiri, dan cara menjepit bahan/benda kerja harus benar. Cara memegang pahat dan memegang pahat dan memegang palu yang benar dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.45 Cara memegang pahat yang benar

Posisi kaki pada saat memahat adalah sama dengan posisi saat melakukan pekerjaan mengergaji dengan gergaji tangan, yaitu kaki kiri di depan kaki kanan dibelakang dan membentuk sudut 60 derajat. Penjepitan benda kerja sebaiknya tidak terlalu tinggi permukaannya dari mulut ragum, dan penjepitan benda kerja harus dilapisi, sebab gaya pemotongan yang besar dapat merusak permukaan benda kerja.

Cara Memahat

- Jepit benda kerja pada ragum secara kuat dan benar.
- Pegang pahat pada tangan kiri dan palu pada tangan kanan (lihat cara memegang pahat dan palu).
- Posisi berdiri kaki kiri di depan dan kaki kanan di belakang membentuk sudut 60 derajat.
- Arah pemukulan palu tegak lurus terhadap kepala pahat.
- Gerakan palu diayun agar menghasilkan gaya pukulan yang besar.
- Mata harus selalu mengawasi mata pahat tidak pada kepala pahat.
- Gunakan pahat yang tajam.
- Pemahatan dimulai dari bagian ujung benda.
- Usahakan pemakanan selalu rata.
- Untuk pemahatan permukaan yang luas/lebar gunakan pahat alur terlebih dahulu, untuk membuat batas-batas pemakanan, kemudian potong/sayatlah dengan pahat rata.
- Gunakan kaca mata tembus pandang atau transparan pada waktu memahat.
- Gunakan pembatas meja, agar supaya beram hasil pahatan tidak mengenai orang lain.
- Gunakan pahat yang tidak mengembang kepalanya, agar tidak melukai tangan.

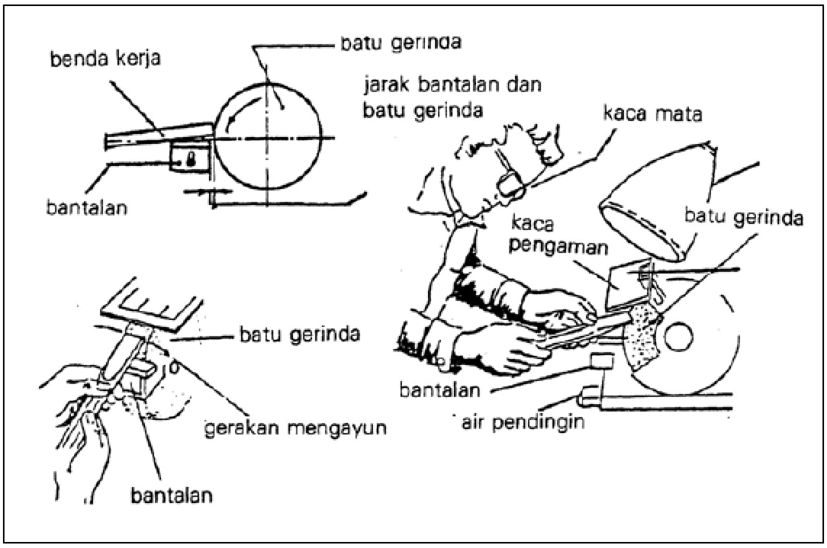
Penyayatan atau pemotongan dengan pahat akan berhasil apabila mata pahatnya tajam. Untuk mendapatkan mata pahat yang tajam, maka mata potong tersebut harus diasah dengan menggunakan mesin gerinda.

Mengasah Mata Pahat

Penyayatan atau pemotongan dengan pahat akan berhasil apabila mata pahatnya tajam. Untuk mendapatkan mata pahat yang tajam, maka mata potong tersebut harus diasah dengan menggunakan mesin gerinda. Cara mengasah pahat adalah sebagai berikut:

a. Pakai kaca mata transparan.
b. Periksa kerataan permukaan batu gerinda dan jarak antara permukaan batu gerinda dengan penahan benda kerja (*tool rest*).
c. Hidupkan mesin gerinda. Pengasahan mata pahat gunakan batu gerinda halus.

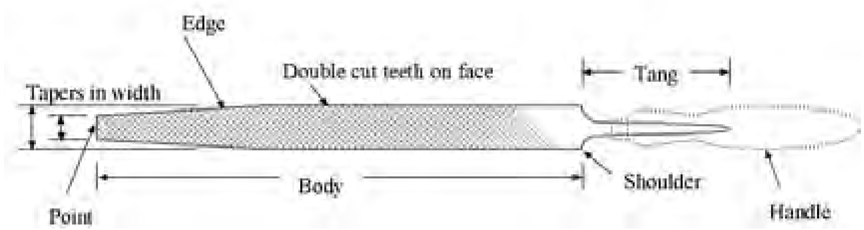
d. Pegang kepala pahat dengan tangan kanan, sedangkan tangan kiri memegang bagian badan pahat. Dekatkan mata pahat pada batu gerinda dan letakkan badan pahat pada tool rets.
e. Singgungkan mata pahat pada permukaan batu gerinda dan gerakkan pahat ke arah kiri dan kanan, gerakan pahat harus bebas.
f. Gunakan cairan pendingin untuk mendinginkan pahat, karena pahat tidak boleh terlalu panas. Panas yang berlebihan akan mempengaruhi kekerasan pahat.
g. Setelah selesai bentuk mata pahat sedikit radius, dan ukur susut mata pahat.
h. Matikan mesin gerinda setelah selesai mengasah.



Gambar 6.46 Mengasah pahar

D. Mengikir dan Mengikis benda kerja

1. Kikir



Gambar 6.47 Bagian bagian Kikir

Kikir merupakan alat utama pada pekerjaan perkakas tangan, karena hampir semua pekerjaan pembentukan dengan manual menggunakan perkakas tangan dapat dikerjakan dengan menggunakan kikir. Bahan untuk membuat kikir adalah baja karbon tinggi, di mana kandungan karbon pada baja jenis ini adalah kurang 0,7 sampai 0,8%. Kikir adalah alat perkakas tangan yang berguna untuk pengikisan benda kerja.

Mengikir merupakan pekerjaan dengan perkakas tangan untuk meratakan permukaan benda kerja dengan menyayat permukaan bahan benda kerja sedikit demi sedikit, sehingga dapat dihasilkan permukaan benda kerja hingga mencapai ukuran, kerataan dan kehalusan tertentu dengan menggunakan kikir yang dilakukan dengan tangan.

Pemakaian kikir pada bengkel kerja bangku. Dikarenakan bentuk benda kerja yang semakin hari semakin kompleks, maka dibuatlah bermacam bentuk kikir, sehingga semua jenis pembuatan bentuk bentuk benda kerja dapat dilayani oleh kikir sebagai peralatan pemotongan. Di samping itu dengan semakin banyaknya jenis bahan untuk pembuatan benda kerja maka dibuatlah berbagai jenis kikir dengan berbagai macam bahan untuk memproduksinya. Agar semua jenis bahan dapat dipotong dengan menggunakan jenis kikir berdasarkan untuk pembuatannya. Pemakaian kikir pada bengkel kerja bangku adalah sangat luas, yaitu dari pekerjaan awal/kasar sampai pekerjaan akhir atau finishing. Berbagai bentuk atau penampang permukaan yang rata sampai bentuk bulat/radius dan bentuk sejajar dapat dikerjakan dengan kikir. Untuk

mendapatkan pisau potongnya maka permukaan kikir dicacah dengan pisau yang keras dan tajam. Hal yang harus diperhatikan pada saat mengikir adalah:

a. Tinggi ragum terhadap orang yang bekerja.

b. Pencekaman benda kerja.

c. Pemegangan kikir.

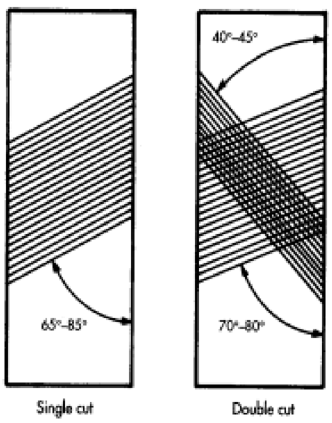
d. Posisi kaki dan badan.

e. Gerakan kikir.

f. Kebersihan kikir.

Kikir dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan pada jenis gigi pemotongnya, yaitu kikir bergigi tunggal dan kikir bergigi kembar/dua. Kikir dengan gigi potong tunggal digunakan untuk pemotongan benda kerja secara halus. Artinya pemotongan tidak dapat dilaksanakan secara tepat, tetapi hasil pengikiran pada permukaan benda kerja menjadi lebih halus. Kikir bergigi tunggal arah gigi pemotongnya diagonal terhadap permukaan kikir. Kikir dengan dua gigi pemotong yang saling bersilangan dapat melakukan pemotongan secara cepat, tetapi hasil pengikirannya kasar. Jadi kikir ini sangat cocok untuk pekerjaan pendahuluan atau pekerjaan kasar, sedangkan kikir dengan gigi pemotong tunggal digunakan untuk pekerjaan akhir atau *finishing*. Ditinjau dari sifat kekasaran gigi pemotongnya maka kedua jenis kikir ini juga mempunyai lima sifat kekasaran yaitu sangat kasar, kasar, sedang, halus dan sangat halus.

a. Jenis Berdasarkan jenis gigi



Gambar 6.47 Kikir Berdasar jenis gigi

Berdasar jenis gigi pengikis, kikir dibedakan menjadi dua, yaitu kikir dengan pemotong tunggal(*single cut*) dan pemotong ganda (*double cut*)

b. Berdasarkan kode kekasaran gigi

Berdasar kekasaran gigi, kikir dibedakan dengan kikir halus, sedang dan kasar. Jenis kikir ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Ada lima tingkat kekasaran dari gigi-gigi pemotong kikir seperti telah dijelaskan sebelumnya. Masing-masing kikir dengan tingkat kekasarannya mempunyai kegunaan masing-masing, yaitu:

a. Kikir sangat kasar digunakan untuk pemotongan secara cepat sehingga ia digunakan untuk pemotongan pendahuluan. Hasil pengikiran kasar, tidak halus.
b. Kikir kasar digunakan untuk pemotongan awal, tanpa memperhitungkan kehalusan permukaan benda kerja.
c. Kikir sedang digunakan untuk menghaluskan permukaan setelah dikikir dengan menggunakan kikir kasar atau kikir sangat kasar sebelum dikerjakan dengan menggunakan kikir halus.
d. Kikir halus digunakan untuk pengikiran pada pekerjaan akhir/finishing di mana kehalusan permukaan benda kerja sangat diperlukan
e. Kikir sangat halus digunakan untuk pekerjaan finishing terutama untuk benda kerja dengan ketelitian yang tinggi.

Tabel 6 .4
Jenis Kikir Halus, Sedang dan Kasar

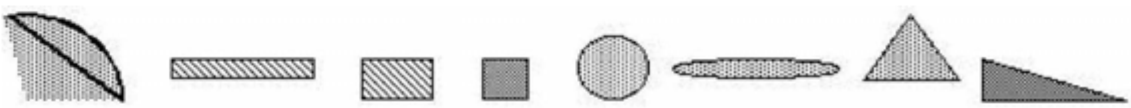
	Banyak Gigi	12	15	20	25	31	38	46	56	68	84	100	116	
Panjang kikir	-3½			00	0	1	2	3	4	5	6		8	Penunjukan nomor
	4 - 8		00	0	1	2	3	4	5	6		8		
	10-12	00	0	1	2	3	4	5	6		8			

Keterangan Mutu

00 : K A S A R.
0 : Setengah Kasar.
1 : Agak Kasar.
2 : S e d a n g.
3 : Setengah Halus
4 : H a l u s
5 : Setengah Lembut.
6 : L e m b u t.
8 : Lembut Sekali.

No.	Jenis	Kode	Banyak gigi tiap panjang 1 Cm	Penggunaan
1.	Kasar	00 0 1	12 15 20	Pekerjaan kasar dan tidak presisi
2.	Medium	2 3 4	25 31 38	Pekerjaan sedang
3.	Halus	5 6 8	46 56 84	Pekerjaan *finshing* dan presisi

c. Berdasarkan penampang



Gambar 6.48 Penampang kikir

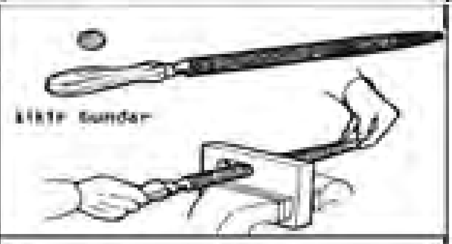
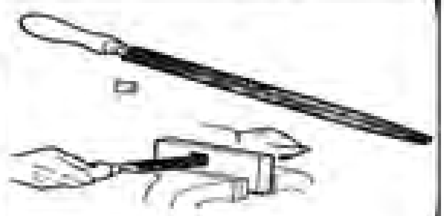
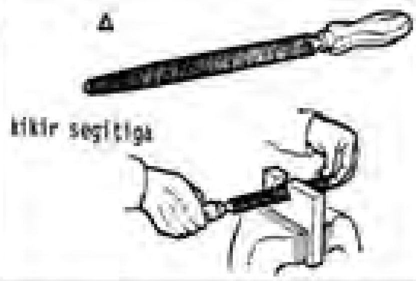
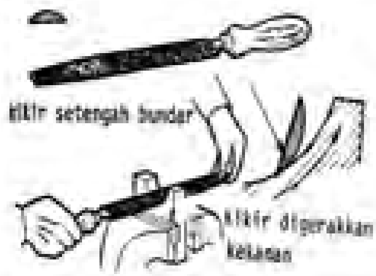
Dilihat dari bentuk penampangnya, kikir mempunyai bermacam-macam bentuk dan kegunaannya, antara lain:

a. Kikir plat, untuk pengikiran bidang rata
b. Kikir pilar, untuk pengikiran bidang yang besar

c. Kikir segi empat, untuk pengikiran penampang persegi maupun lubang segi empat
d. Kikir segi tiga, untuk lubang segitiga maupun runcing 60^0 atau lebih
e. Kikir pisau, untuk alur pasak dan ekor burung dengan sudut kurang dari 60^0
f. Kikir bulat, untuk lubang bulat, rongga cekung
g. Kikir setengah bulat, sisi ratanya untuk bidang rata, sisi bundar untuk rongga bundar/cekung
h. Kikir silang, untuk lekukan dan pembulatan

Tabel 6.5
Penggunaan Kikir Sesuai Penampangnya

No	Jenis Kikir	Kegunaan	Gambar
1.	Pelat (Segi empat panjang)	Mengikir rata Mengikir radius luar	

No	Jenis Kikir	Kegunaan	Gambar
2.	Kikir bundar	Mengikir lubang bundar/lonjong Mengikir radius dalam	
3.	Kikir bujur sangkar	Mengikir lubang segi empat Mengikir alur segi empat	
4.	Segi tiga	Mengikir rata Mengikir alur segi tiga/bentuk ekor burung	
5.	Bentuk kombinasi seperti setengah bundar, pisau, lonjong dan sebagainya.	Bentuk khusus	

d. Berdasarkan ukuran panjang

Ukuran kikir yang banyak digunakan di industri dan lembaga pendidikan berkisar antara panjang 4 inchi sampai dengan 12 inchi. Biasanya disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan, dalam hal ini tentunya pekerjaan yang besar memerlukan kikir yang panjang.





L (inches)	4	6	8	10	12	14	16	18
L (mm)	100	150	200	250	300	350	400	450
W (mm)	12	16	20.6	25.4	30.6	36.0	39.8	44
T (mm)	3	4	5.0	6.15	6.6	7.7	8.8	10

Gambar 6.49 kikir berdasar panjangnya

e. Kikir Instrumen

Disebut kikir instrumen karena bentuk kikir ini sangat kecil dibandingkan dengan ukuran kikir pada umumnya dan karena pemakaiannya biasanya untuk pengikiran benda kerja yang kecil atau instrumen dari suatu peralatan. Kikir instrumen ini tersedia dalam satu set yang berisi semua bentuk atau macam-macam kikir yaitu kikir datar, kikir segi tiga, kikir segi empat, kikir bulat, kikir setengah bulat dan pisau. Gigi-gigi pemotongnya juga sama dengan kikir pada umumnya yaitu berigi tunggal dan bergigi ganda.



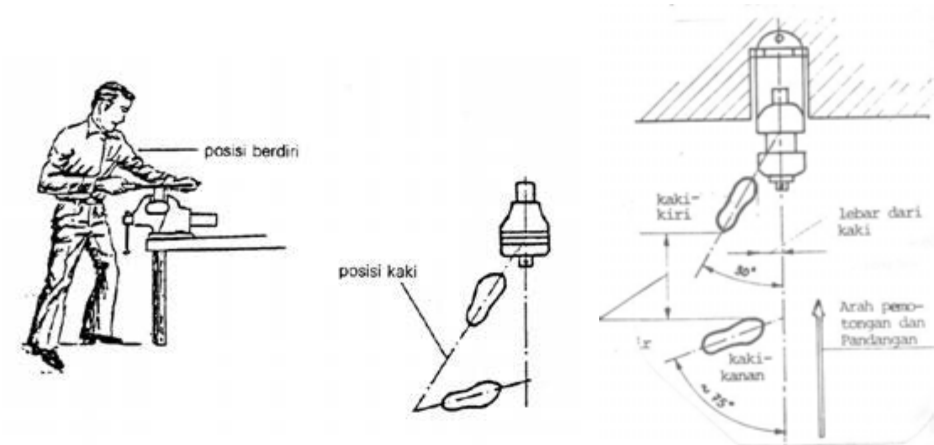
Gambar 6.50. Macam Kikir Instrumen

Pekerjaan pengikiran akan berhasil dengan baik apabila para pekerja mengetahui tentang jenis kikir yang harus digunakan sesuai dengan bahan yang akan dikerjakan, cara menjepit benda kerja yang benar, cara memegang kikir yang benar. Cara memegang kikir yang salah dapat mengakibatkan cepat merasa lelah, sehingga pekerjaan

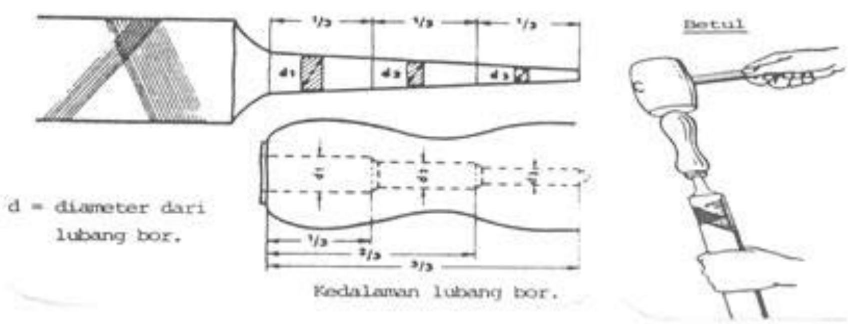
menjadi lambat atau kalau ditinjau dari segi ekonomisnya tidak menguntungkan. Rasa lelah kemungkinan akan dapat menimbulkan kecelakaan kerja, sebab dengan rasa lelah konsentrasi pekerja menjadi menurun. Dengan menurunnya konsentrasi, maka kecelakaan kerja akan mudah terjadi.



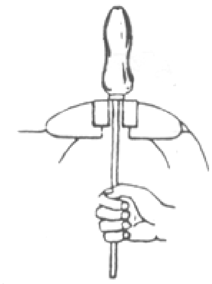
Gambar 6.51 Cara memegang tangkai kikir



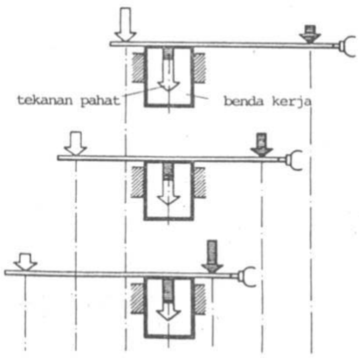
Gambar 6. 52 Posisi Kaki saat menggunakan kikir pada ragum



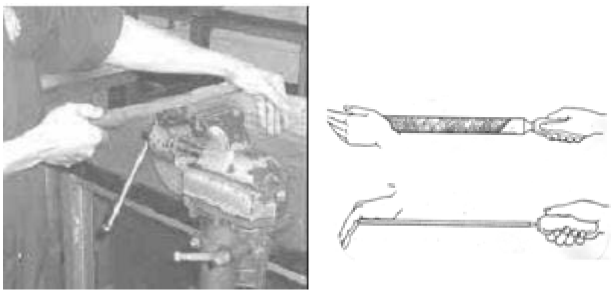
Gambar 6.53 Cara memasang kikir



Gambar 6. 54   Cara melepas kikir



Gambar 6. 55   Cara memberi tekanan saat mengikir



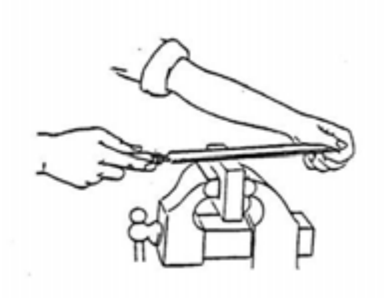
Gambar 6. 56 Cara memegang kikir

Cara memegang kikir yang benar adalah:

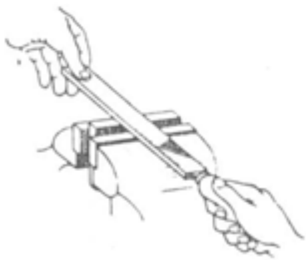
a. Jika memulai mengikir, tekanan yang besar harus terdapat pada tangan kiri dan tekanan ringan pada tangan kanan.
b. Tekanan kedua tangan itu harus sama, manakala kikir berada di tengah-tengah benda kerja yang dikikir.
c. Jika kedudukan kikir sudah di ujung langkah, maka tekanan tangan kiri harus ringan dan tangan kanan dalam keadaan maksimal.

d. Tangkai kikir harus dipegang dengan tangan kanan dengan ibu jari berada di atas tangkai kikir, sedangkan jari telunjuk mengikuti panjang tangkai kikir
e. Untuk pengikiran/pekerjaan yang berat, maka tangan kiri (telapak tangan) diletakkan pada ujung kikir dengan jari-jari tangan menjepit ujung kikir. Fungsinya adalah agar pemakanan/pemotogan bahan oleh kikir bisa lebih besar dan kelurusan permukaan bisa terjaga
f. Untuk pelaksanaan pengikiran yang ringan, jari-jari tangan kiri dapat diletakkan pada ujung kikir dan ia berfungsi sebagai penyeimbang.
g. Pada pengikiran benda kerja yang tipis, ujung ibu jari tangan kiri diletekkan pada permukaan kikir dekat dengan tangkai kikir. Sedangkan ujung jari yang lainnya menekan kikir bagian ujung atau jari-jari tangan menekan permukaan kikir.

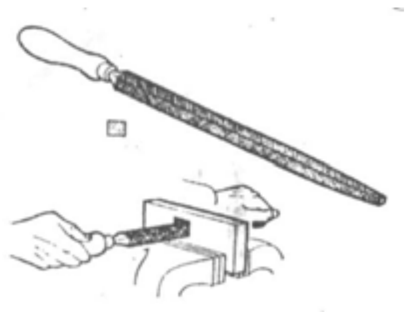
Pada pelaksanaan pengikiran posisi badan agak condong ke depan dan posisi kaki kiri berada di depan kaki kanan kira-kira membentuk sudut 60^0.



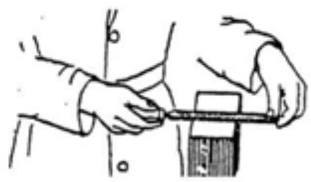
Gambar 6.57 Mengikir kasar/pengikiran awal



Gambar 6. 58 Menggunakan kikir kecil



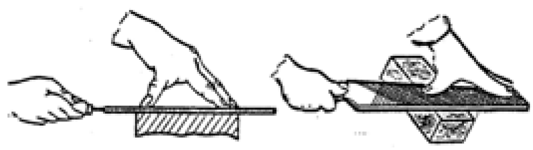
Gambar 6.59 Penggunaan kikir bujur sangkar



Gambar 6. 60 Pengikiran ringan

Cara mengikir

Pekerjaan mengikir dapat dilakukan oleh semua orang tetapi tidak selalu semua orang dapat menghasilkan benda kerja yang baik, sesuai dengan standar pengerjaan yang diharapkan. Pekerja yang tidak mengetahui cara mengikir dan belum pernah mengetahui atau melakukan pekerjaan mengikir maka ia akan mengalami kesulitan untuk melakukannya. Semua orang tahu bahwa pekerjaan mengikir memerlukan tenaga dan di samping itu juga memerlukan ketrampilan tinggi. Cara mengikir yang salah dapat merusak benda kerja dan mengakibatkan kelelahan fisik bagi para pekerja sehingga produktifitasnya menurun.

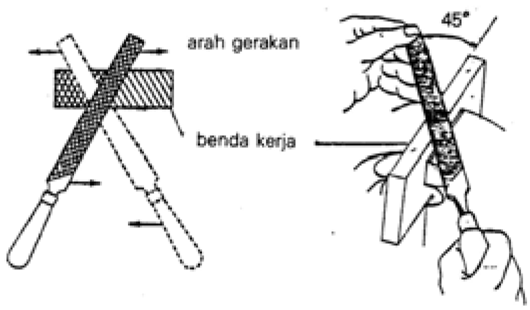


Gambar 6. 61. Pengikiran benda kerja tipis

Untuk menghindari hal-hal yang disebutkan di atas, maka pedoman pelaksanaan pengikiran adalah:

a. Penekanan dilakukan atau pemberian gaya pada kedua tangan harus sama pada saat melakukan pemakan atau pemotongan bahan benda kerja
b. Pemakanan mata kikir dilakukan pada gerakan maju kikir, sedangkan pada waktu kikir bergerak mundur kikir tidak boleh melakukan pemakanan.
c. Letak permukaan kikir/gigi-gigi pemotong harus rata dengan benda kerja pada saat pemakanan sehingga seluruh permukaan kikir atau semua mata potong kikir dapat melakukan pemotongan terhadap bahan benda kerja.
d. Untuk pengerjaan benda kerja yang panjang, maka pemakanan dilakukan oleh semua kikir. Sedangkan untuk benda kerja yang pendek pemakanan kikir tidak boleh dilakukan oleh seluruh panjang badan kikir, karena dapat mengakibatkan hasil pengikiran tidak rata. Hal ini diakibatkan oleh pemakan pada waktu pemakanan tidak seimbang.
e. Tetapi untuk benda kerja yang terbuat dari bahan yang keras, maka kecepatan pemakanan dilakukan pada kecepatan rendah setiap menitnya.

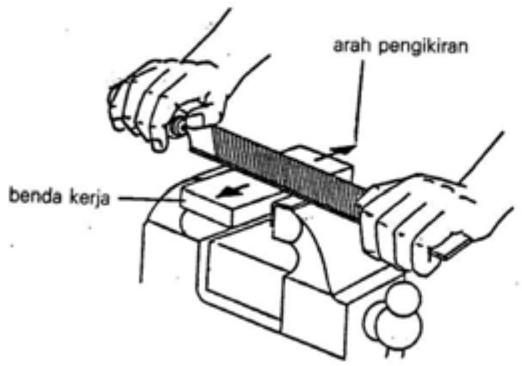
Mengikir silang



Gambar 6.62 Cara mengikir silang

Mengikir silang dilakukan dengan cara menggerakkan kikir maju arah silang terhadap benda kerja. Gerakan maju dan silang tersebut dilaksanakan secara bersama-sama. Cara mengikir dilakukan pada pemakanan permulaan/pengikiran permulaan, di mana untuk membuang kotoran-kotoran bahan dapat dilakukan secara tepat. Untuk pekerjaan selanjutnya setelah kotoran bahan terbuang dan ukuran mendekati ukuran yang diminta baru dilakukan pengikiran dengan cara yang lain. Kikir yang digunakan untuk melakukan pengikiran dengan cara ini biasanya adalah kikir kasar dengan benda kerja kira-kira 45^0 dan pelaksanaan pengikiran dilakukan dari arah yang berlawanan.

Mengikir searah panjang benda kerja

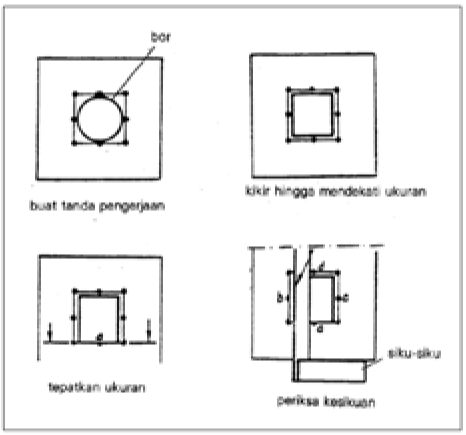


Gambar 6.63 Mengikir searah dengan panjang benda kerja

Pengikiran dengan cara ini dilakukan pada saat proses pengikiran telah sampai pada tahap finishing atau pengerjaan akhir. Dengan demikian kikir yang digunakan adalah kikir halus dengan mata potong tunggal. Letak permukaan kikir tegak lurus atau melintang terhadap benda kerja. Cara memegang kikir adalah tangan kanan memegang pemegang kikir dengan posisi ibu jari menempel pada tangkai kikir. Tangan kiri memegang ujung kikir dengan ibu jari berada pada sisi kikir dan jari-jari yang lainnya memegang kikir. Posisi ibu jari kedua tangan adalah mendorong kikir ke depan. Langkah pemakanan kikir adalah pada langkah maju dan langkah mundur kikir bebas artinya tidak melakukan pemakanan. Pada saat langkah penekanan gerakan kikir harus rata agar

dapat menghasilkan permukaan bidang yang rata dan halus. Proses pengikiran dengan cara ini tidak dapat dilakukan terlalu lama karena kikir akan menjadi tidak rata, di mana bagian yang selalu melakukan pemakanan akan menjadi cekung sedang bagian yang lainnya tetap rata. Dengan demikian kikir tidak dapat digunakan kembali.

Mengikir lubang segi empat

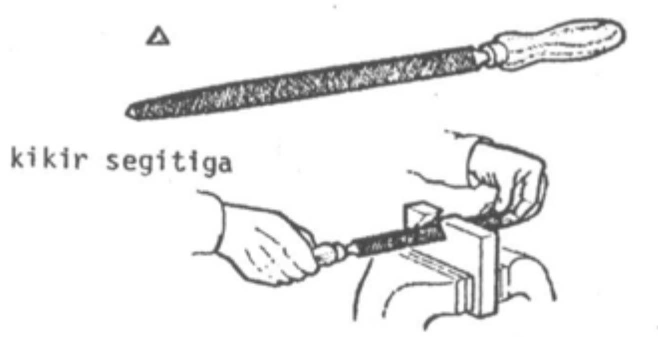


Gambar 6.64 Mengikir lubang segi empat

Mengikir lubang segi empat pada benda kerja adalah pekerjaan yang sulit, karena sisa-sisa pada lubang tersebut harus saling tegak lurus satu sama lainnya. Dengan demikian sisi-sisi tersebut harus saling sejajar. Cara mengikir lubang segi empat adalah sebagai berikut:

a. Tentukan lubang di mana pengikiran akan dilakukan dengan menggunakan penitik garis dan tandai dengan menggunakan penitik pusat. Lubang dibuat dengan menggunakan bor.
b. Besar lubang minimum 1 mm lebih kecil dibandingkan dengan ukuran lubang segi empat.
c. Lakukan pengkiran dengan menggunakan kikir kasar segi empat.
d. Periksa semua sisi jika pengikiran sudah dilakukan
e. Lakukan pekerjaan finishing hingga ukuran yang diinginkan tercapai.
f. Periksa sekali lagi ukuran dan lubang kesejajaran sisi-sisi lubang segi empat

Perlu diingat bahwa pengikiran dimulai dari satu sisi sebagai basis pengukuran dan setelah satu sisi lurus baru dilanjutkan ke sisi yang lainnya serta selalu menggunakan sisi pertama sebagai basis pengukuran, baik untuk ukuran lubang maupun kesejajaran sisi lubang.



Gambar 6.65
Kikir Segitiga mengikir sudut yang lebih besar dari 60 derajat

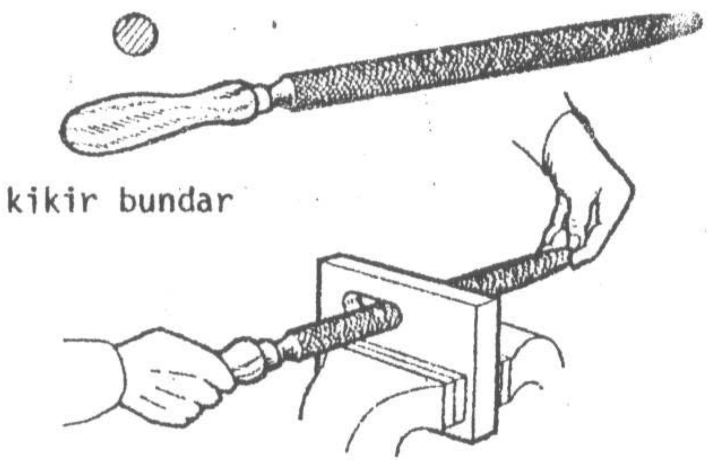
Mengikir radius

Pembuatan bentuk radius pada benda kerja dapat dilakukan dengan menggunakan kikir. Kikir yang dipergunakan dapat kikir rata ataupun setengah bulat dan kikir bulat. Hal ini tergantung dari jenis bentuk radius yang diminta. Langkah pelaksanaan pengikiran radius adalah sebagai berikut:

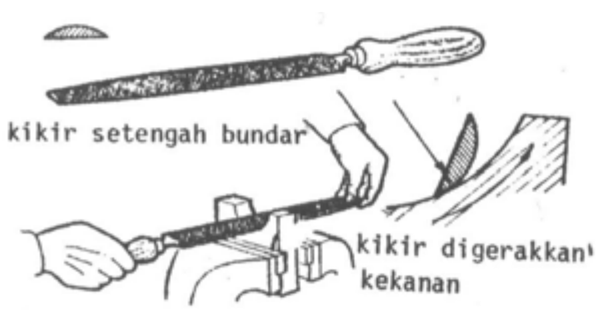
- Buat gambar bentuk radius pada benda kerja
- Tandai dengan menggunakan penitik garis
- Jepit benda kerja pada ragum dengan posisi benda kerja miring sekitar 45^0 sampai 60^0.
- Lakukan pengikiran dengan menggunakan kikir kasar untuk membuang bahan (pemotongan awal). Gerakan pengikiran masih bebas karena langkah ini baru langkah awal.
- Lakukan pembentukan radius luar dengan menggunakan kikir.
- Lakukan secara berulang-ulang sambil selalu diperiksa bentuk radius yang dibuat.



Gambar 6.66 Mengikir radius luar

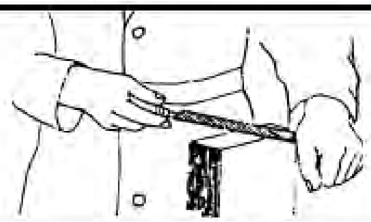
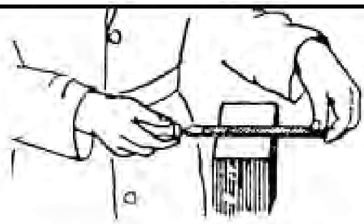
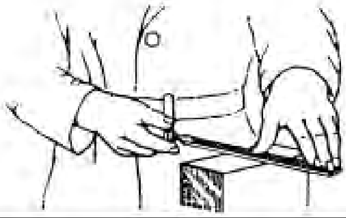
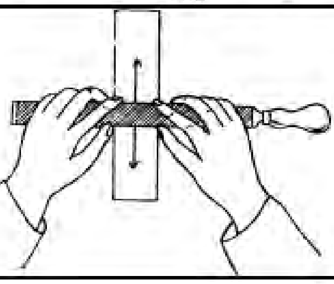


Gambar 6.67 Kikir bundar mengikir lubang bulat dan radius dalam



Gambar 6.68 Kikir setengah bulat
untuk mengikir lubang bulat, alur cekung dan radius-dalam

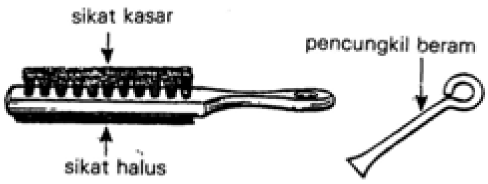
Tabel 6.6
Cara Menggunakan Kikir

No	Sifat pengikiran	Pemegangan	Keterangan
1.	Pengikiran berat		Ujung kikir digenggam kuat
2.	Pengikiran ringan	A.  B. 	A. Ujung kikir dipegang jari B. Ujung kikir ditekan jari
3.	Pengikiran bidang kecil		Pemegangan pada badan kikir

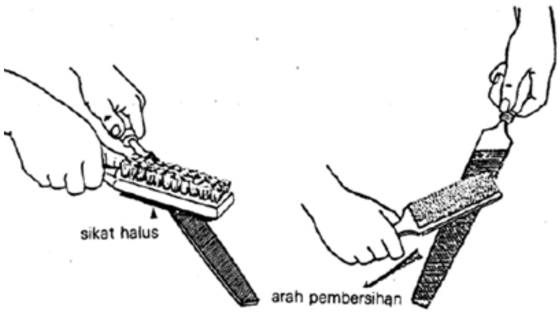
Membersihkan kikir

Pada saat melakukan pengikiran banyak beram hasil pengikiran akan tertinggal pada mata potong kikir atau pada gigi pemotong kikir. Lama kelamaan ruang antara gigi-gigi pemotong kikir menjadi penuh dengan beram yang padat. Hal ini akan berakibat gigi-gigi pemotong kikir tidak dapat melakukan pemotongan bahan sehingga proses pengikiran menjadi tidak efektif. Di samping itu juga dapat merusak gigi-gigi pemotongnya akibat adanya penumpukan beram. Guna menghindari kemungkinan tersebut, maka setiap saat hendaknya beram-beram yang

tertahan pada gigi-gigi pemotong kikir selalu dibuang dengan menggunakan sikat kikir atau peralatan khusus lainnya. Apabila digunakan sikat kikir maka pilihlah sikat kikir dengan bahan kuningan sehingga tidak akan merusak gigi-gigi pemotong kikir.



Gambar 6.69 Sikat kikir

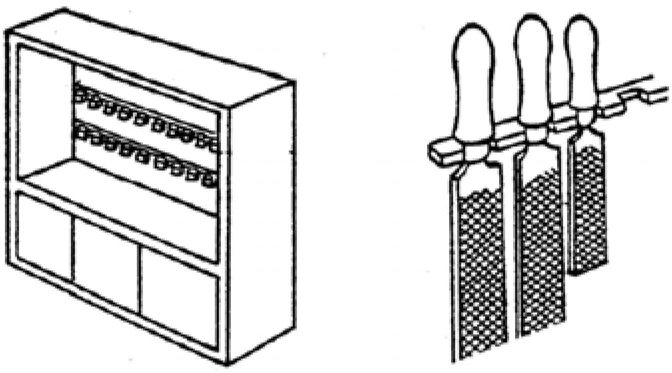


Gambar 6.70 Cara membersihkan kikir

Cara melakukan pembersihan tersebut dengan jalan menyikat gigi-gigi kikir searah dengan alurnya dan pembersihan satu arah, agar beram bisa terbuang dengan baik. Untuk kikir dengan mata ganda maka kedua gigi pemotongnya harus dibersihkan secara bersama-sama.

Menyimpan kikir

Kikir hendaknya disimpan pada tempat yang kering atau tidak lembab dan jauh dari tempat yang berminyak. Penempatan kikir tidak boleh ditumpuk artinya mata-mata potong kikir tidak boleh bersinggungan satu dengan yang lainnya. Cara penyimpanan kikir yang baik adalah dengan menyimpan secara sejajar dan memberikan jarak antara kikir yang satu dengan yang lainnya. Cara lain dengan menggantungkan kikir di dalam lemari alat.



Gambar 6.71 Cara menyimpan kikir

PENCEGAHAN KECELAKAAN SAAT MENGGUNAKAN KIKIR

1. Jangan menggunakan kikir yang tidak bertangkai
2. Jangan menggunakan kikir dengan tangkai yang longgar atau pecah/rusak
3. Periksa apakah kikir benar-benar terikat secara kuat pada tangkainya
4. Gunakan kikir sesuai dengan fungsinya
5. Meletakkan kikir jangan ditumpuk dengan benda kerja atau alat/perkakas lainnya.

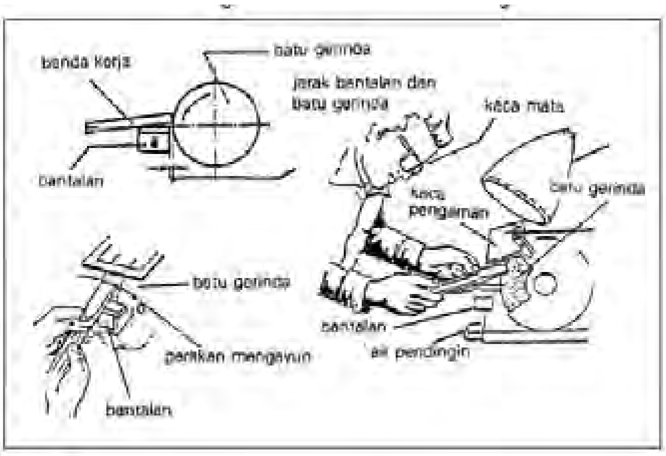
2. Skrap Tangan

Sekrap tangan bentuknya bermacam-macam sesuai dengan fungsi dan penggunaannya. Pengerjaan penyekrapan dapat menghilangkan noda-noda/tanda-tanda pada permukaan benda kerja untuk menghasilkan permukaan yang licin dan rata sehingga mencapai ukuran yang tepat.

Skrap tangan digunakan untuk menghasilkan permukaan halus dan rata dengan ketelitian tinggi pada benda kerja, dan menghasilkan gambar-gambar efek yang sangat indah pada permukaan benda kerja

tanpa mengurangi kehalusan dan kerataannya. Pemakai skrap tangan hanya apabila mesin-mesin gerinda, freis, skrap dan mesin poles tidak lagi dapat digunakan, seperti pada pekerjaan:

a. Penghalusan permukaan bantalan-bantalan poros atau tempat kedudukan bantalan atau bearing.
b. Perbaikan kehalusan dan kerataan permukaan benda kerja yang sulit, dimana mesin-mesin lainnya tidak dapat lagi mencapai kehalusan dan kerataan yang diinginkan.
c. Pembuatan permukaan cekung yang sangat kecil, dimana tidak ada satu mesinpun yang dapat digunakan. Misalnya tempat penyimpanan minyak pelumas pada bantalan poros. Maksud pembuatan cekungan tersebut adalah agar minyak pelumas dapat selalu tersedia untuk melumasi poros yang meluncur pada bantalan, sehingga gesekan antara poros dan bantalan dapat dihindari.
d. Membuat efek-efek gambar pada permukaan benda kerja, sehingga penampilan benda kerja lebih menarik.



Gambar 6.72 Mengasah mata pahat

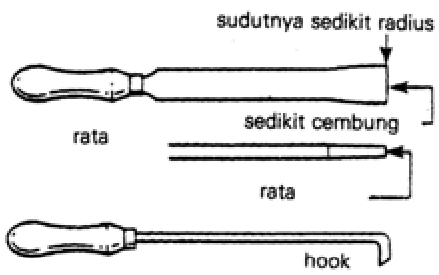
Peralatan skrap tangan adalah sangat sederhana, tetapi dapat digunakan untuk pengerjaan benda kerja dengan kehalusan permukaan yang tinggi.

Skrap Rata

Bentuk skrap rata adalah menyerupai bentuk pahat rata pada kerja kayu. Mata potongnya sedikit radius. Skrap rata terbuat dari baja perkakas dengan jalan ditempa dan untuk membuat mata potongnya dengan jalan digerinda atau diasah. Mata potongnya dikeraskan dan ditempering. Pengasahan setelah digerinda dilakukan pada batu asahan, dilakukan secara manual. Pengasahan tersebut untuk membentuk radius pada mata potongnya. Bentuk skrap rata ada dua, pertama berbentuk rata sampai kebadannya, dan yang satunya lagi adalah bentuk rata mata potongnya, tetapi badannya dibuat bengkok.

Skrap Setengah Bulat

Disebut skrap setengah bulat, karena mata potongnya berbentuk setengah bulat, dengan dua sisinya merupakan mata potong. Skrap jenis ini digunakan khusus untuk menghaluskan permukaan dengan bentuk setengah bulat atau bentuk melengkung lainya.



Gambar 6.73 Skrap rata

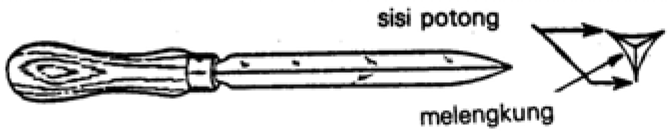
Skrap Segitiga

Skrap ini disebut skrap segitiga karena mata potongnya terdiri dari tiga sisi yang membentuk bentuk segi tiga, dimana ujung ketiga sisi tersebut bersatu menjadi satu titik atau berujung tajam. Pemakaian skrap jenis ini terutama untuk membuang sisi-sisi yang tajam pada lubang hasil pengeboran, serta bidang-bidang permukaan lengkung lainnya. Skrap ini juga dapat digunakan untuk memperluas lubang. Untuk pekerjaan penghalusan permukaan benda kerja dari bahan yang keras,

maka dibutuhkan skrap tangan dengan mata potongnya dari bahan semented karbida.



Gambar 6.74. Skrap setengah bulat



Gambar 6.75 . Skrap mata segi tiga

Mengasah Mata Potong Skrap Tangan

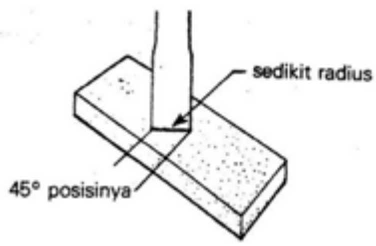
Skrap tangan setelah digunakan untuk menghaluskan permukaan akan tumpul, maka ia perlu diasah kembali agar dapat digunakan untuk melakukan penghalusan permukaan benda kerja kembali. Pengasahan mata potong skrap tangan dilakukan pada mesin gerinda, baik gerinda meja maupun gerinda lantai. Gunakan batu gerinda dengan butir halus, dan harus diingat bahwa sewaktu pengerindaan tidak boleh timbul panas yang berlebihan, sebab panas yang berlebihan akan mengakibatkan perubahan struktur mikro bahan mata potong, sehingga menjadi lunak. Langkah-langkah pengasahan mata potong skrap tangan adalah sebagai berikut:

a. Gerinda sisi potongnya hingga tajam.
b. Setelah tajam, selanjutnya ratakan kembali hasil pengerindaan dengan menggunkan batu asah yang sangat halus butir asahnya *(oil stone).* Pilih batu asah yang bersih, bebas dari beram.
c. Lakukan pengasahan dengan cara mata potongnya tegak lurus dan datar terhadap batu gerinda.

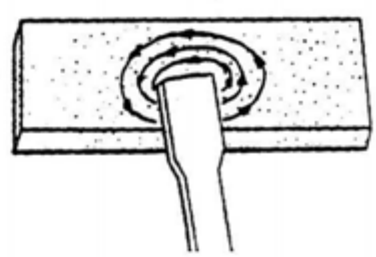
d. Tempatkan sisipotongnya 45 derajat, terhadap gerakan pengasahan. Pengasahan dilakukan secara perlahan-lahan dan tidak memberikan penekanan yang terlalu besar. Lalu periksa hasil pengasahan.
e. Tekan dengan ringan selama pangasahan
f. Lakukan secara berulang-ulang, sehingga bekas penggerindaan pada mesin gerinda akan hilang
g. Baliklah skrap keposisi pertama dan ulangi langkah 4 dan langkah 5.
h. Setelah selesai pengasahan, tajamkan mata potongnya dengan cara menggerakan skrap secara melingkar.



Gambar 6.76 Macam-macam Skrap



Gambar 6.77 Gerakan pengasahan pada batu asah



Gambar 6.78 Menajamkan mata potong

Menyekrap rata



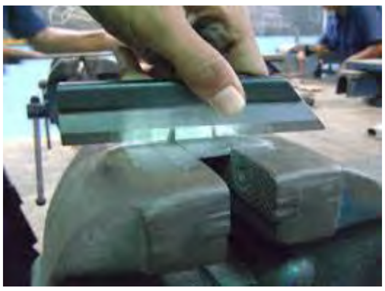
Gambar 6.79 Menyekrap rata

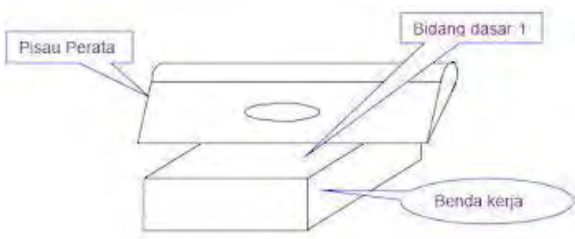
a. Siapkan benda kerja dan skrap rata yang tajam.
b. Buang sisi-sisi benda kerja yang tajam dan bersihkan permukaannya dari kotoran, seperti minyak atau karat dengan menggunakan bahan pembersih.
c. Taburkan pewarna pada meja perata. Kemudian geserkan permukaan benda kerja yang telah bersih pada meja perata. Dengan demikian permukaan benda kerja yang tinggi akan berwarna, sedangkan permukaan yang rendah tidak kena warna. Permukaan yang berwarnalah yang akan diskrap.
d. Jepit benda kerja pada ragum, dengan posisi permukaan yang akan dikerjakan menghadap ke atas. Penjepitan dilakukan secara datar.
e. Lakukan penyekrapan pada daerah yang berwarna, dengan jalan menekankan mata potong skrap dan gerakan perlahan-lahan kea rah depan sepanjang 3 sampai 3,5 cm. Lakukan secara berulang-ulang, sehingga permukaan menjadi rata. Gerakan ke depan adalah gerakan pemotongan, bagi skrap rata, sedangkan skrap berbentuk bengkok gerakan kebelakang adalah gerakan pemakanan.
f. Setelah selesai melakukan penyekrapan periksa kembali hasil penyekrapan dengan cara seperti pada langkah 3.

g. Apabila hasil pemeriksaan ternyata masih ada daerah yang masih tinggi/tidak rata, maka lakukan penyekrapan kembali.
h. Menyekrap dengan skrap setengah bulat
i. Persiapkan benda kerja dan alatnya
j. Laburlah suatu poros dengan pewarna. Geserkan benda kerja pada poros. Angkat benda kerja dan periksa bagian permukaannya. Bagian yang terkena warna adalah daerah yang akan diskrap.
k. Jepit benda kerja pada penjepit/ragum.
l. Lakukan penyekrapan dengan jalan menempatkan mata potong pada daerah yang berwarna. Gerakan sambil ditekankan agar mata potong dapat melakukan pemakanan.
m. Lakukan secara berulang-ulang hingga rata, dan periksa kembali seperti langkah kedua .
n. Setelah semua selesai, sekali lagi periksa kerataan penyekrapan seperti langkah

3. Penyiku dan Perata

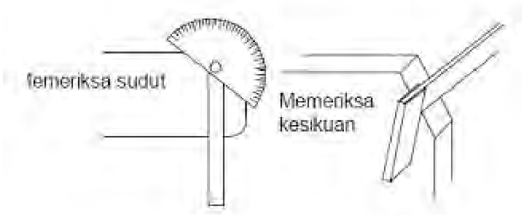
Hasil pengikiran benda kerja dilakukan pemeriksaan terhadap kerataan dan kesikuan bidangnya. Untuk memerisa kerataan dapat digunakan pisau perata. Sedangkan pemeriksaan kesikuan dapat menggunakan mistar siku atau busur derajat/*bevel protector*.





Gambar 6.80 Pemeriksaan kerataan benda kerja





Gambar 6.81 Pemeriksaan kesikuan benda kerja

Perhatikan

Untuk memulai pekerjaan pembuatan benda kerja menggunakan perkakas tangan, tentukan bidang dasar: bidang yang dijadikan acuan untuk pengambilan ukuran, kesikuan dan kesejajaran terhadap bidan lain.

E. Melubangi Benda Kerja

Di bengkel-bengkel kerja bangku pekerja logam kebanyakan menggunakan jenis mesin bor, seperti mesin bor bangku, mesin bor tiang adakalanya menggunakan mesin bor pistol atau bor dada. Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutarkan alat pemotong

yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lobang bertingkat, membesarkan lobang, Chamfer.

1. Mesin Bor Meja

Mesin bor meja adalah mesin bor yang diletakkan diatas meja. Mesin ini digunakan untuk membuat lobang benda kerja dengan diameter kecil (terbatas sampai dengan diameter 16 mm). Prinsip kerja mesin bor meja adalah putaran motor listrik diteruskan ke poros mesin sehingga poros berputar. Selanjutnya poros berputar yang sekaligus sebagai pemegang mata bor dapat digerakkan naik turun dengan bantuan roda gigi lurus dan gigi rack yang dapat mengatur tekanan pemakanan saat pengeboran.

2. Mesin Bor Lantai

Mesin bor lantai adalah mesin bor yang dipasang pada lantai. Mesin bor lantai disebut juga mesin bor kolom. Jenis lain mesin bor lantai ini adalah mesin bor yang mejanya disangga dengan batang pendukung. Mesin bor jenis ini biasanya dirancang untuk pengeboran benda-benda kerja yang besar dan berat.

3. Mesin Bor Radial

Mesin bor radial khusus dirancang untuk pengeboran benda-benda kerja yang besar dan berat. Mesin ini langsung dipasang pada lantai, sedangkan meja mesin telah terpasang secara permanen pada landasan atau alas mesin.

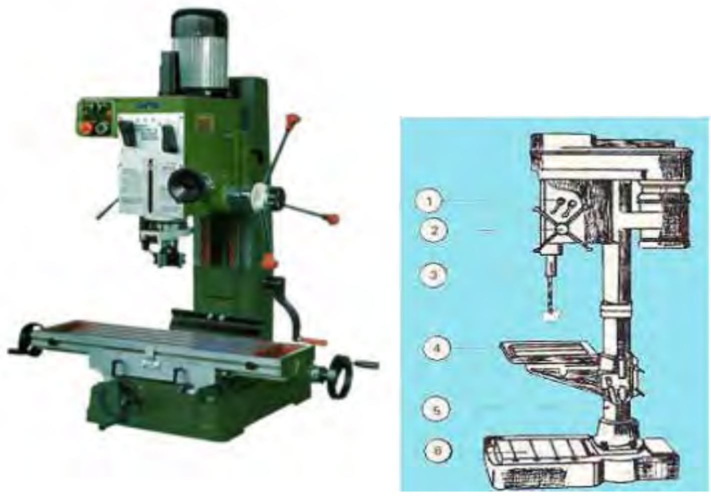
4. Mesin Bor Koordinat

Mesin bor koordinat pada dasarnya sama prinsipnya dengan mesin bor sebelumnya. Perbedaannya terdapat pada sistem pengaturan posisi pengeboran. Mesin bor koordinat digunakan untuk membuat/

membesarkan lobang dengan jarak titik pusat dan diameter lobang antara masing-masingnya memiliki ukuran dan ketelitian yang tinggi. Untuk mendapatkan ukuran ketelitian yang tinggi tersebut digunakan meja kombinasi yang dapat diatur dalam arah memanjang dan arah melintang dengan bantuan sistem optik. Ketelitian dan ketepatan ukuran dengan sisitem optik dapat diatur sampai mencapai toleransi 0,001 mm.

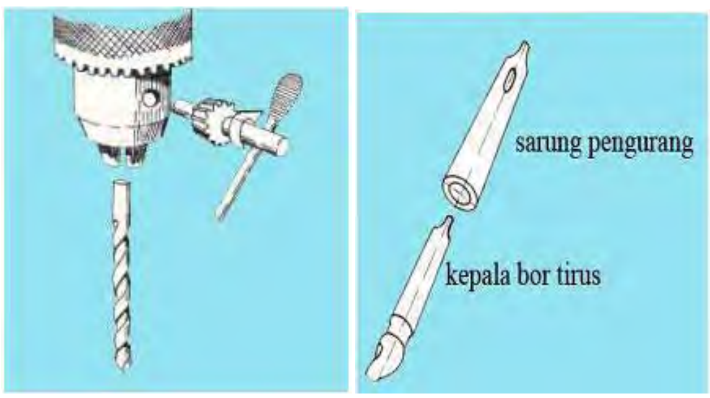
5. Bagian-Bagian Mesin Bor

Cekam Bor, cekam bor digunakan untuk memegang mata bor bertangkai silindris. Biasanya cekam ini mempunyai 2 atau 3 rahang penjepit. Ukuran cekam bor ditunjukkan oleh diameter terbesar dari mata bor yang dapat dijepit.



Keterangan:
1. Tuas pengatur kecepatar
2. Tuas penekan
3. Sumbu bor
4. Meja mesin bor
5. Tiang
6. Landasan/bantalan

Gambar 6.80 Mesin bor



Gambar 6.81 Cekam Bor

a. Sarung Pengurung/Sarung Tirus Mata bor yang bertangkai tirus dapat dipegang oleh sarung pengurung yang berlobang tirus. Oleh karena tangkai dan sarung berbentuk tirus, maka pada saat mata bor ditekan, ia akan saling mengunci. Lobang dan tangkai tirus dibuat menurut tirus morse, yaitu ketirusan menurut standar internasional.

Tabel 6.7 Ukuran Tirus

MORSE	DIAMETER TIRUS TERBESAR
Morse 1	12,20 mm
Morse 2	18,00 mm
Morse 3	24,10 mm
Morse 4	31,60 mm

c. Pemegang dan Penjepit Benda Kerja

(1). Ragum Tangan, ragum tangan dapat dibuka dan dikunci dengan kekuatan tangan. Benda kerja yang dapat dijepit oleh ragum tangan harus berukuran kecil dan terbatas sampai pada diameter ± 6 mm.

(2) Ragum Mesin, benda kerja yang besar tidak dapat dipegang oleh tangan karena gaya pemotongannya semakin besar, maka digunakan ragum mesin.

(3) Meja Mesin, penjepitan benda kerja pada meja mesin umumnya dilakukan apabila benda kerja tidak mungkin di jepit oleh ragum. Teknik penjepitan benda kerja menggunakan baut pengunci T yang mana baut ini dimasukkan ke dalam alur meja mesin bor.

(4) Tangan, pemegangan benda kerja dengan tangan dapat dilakukan untuk benda kerja yang kecil dan panjang serta lobang yang dibuat tidak dalam dan berdiameter kecil.

5. Mata Bor



Gambar 6.82 Bagian-bagian mata bor

Cara pengikatan mata bor pada mesin biasanya dilakukan dengan menggunakan cekam bor universal untuk mata bor bertangkai lurus sampai diameter 13 mm, sedangkan untuk diameter yang lebih besar digunakan sarung pengurang.

a. Mata Bor Spiral

Disebut mata bor spiral karena mata bor ini mempunyai alur potong melingkar yang berbentuk spiral sepanjang badan. Mata bor spiral mempunyai dua bagian utama yaitu mata potong dan sudut pemotong.
Mata bor spiral dibuat dari bahan baja karbon, baja campuran, baja kecepatan tinggi dan karbida. Bentuk badan mata bor ini tidak silindris tetapi berbentuk tirus dari ujung sampai batas tangkai dengan kenaikan 0,05 mm setiap kenaikan panjang 100 mm.

Mata bor spiral terdapat dua macam bentuk tangkai, yaitu tangkai berbentuk silindris dan tangkai yang berbentuk tirus. Alur spiral mempunyai sudut tatal dan dapat mempercepat keluarnya bram selama pengeboran. Mata potong terdiri dari dua buah bibir pemotong. Tebal bor merupakan tulang/punggung yang berbentuk spiral, bagian ini terdapat di kedua alur pemotong. Sisi pemotong terdapat sepanjang alur pemotong dan ini dapat menentukan ukuran bor.

b. Mata Pemotong

Mata potong terdiri dari dua bagian, yaitu bibir pemotong dan sisi pemotong. Bibir pemotong mata bor terdapat dua buah yang terletak antara dua sisi pemotong yang saling berhadapan. Kedua sisi pemotongan ini diasah hingga membentuk sudut yang bervariasi sesuai dengan bahan yang di bor.

Tabel 6.8
Sudut Mata Bor

BESAR SUDUT	BAHAN
50^0-80^0	Kuningan, Perunggu
118^0	Baja, Besi Tuang, Baja Lunak, Baja Tuang
140^0	Baja Keras

7. Kecepatan Potong Pengeboran

Kecepatan potong ditentukan dalam satuan panjang yang dihitung berdasarkan putaran mesin per menit. Atau secara defenitif dapat dikatakan bahwa kecepatan potong adalah panjangnya bram yang terpotong per satuan waktu. Setiap jenis logam mempunyai harga kecepatan potong tertentu dan berbeda-beda. Dalam pengeboran putaran mesin perlu disesuaikan dengan kecepatan potong logam. Bila kecepatan potongnya tidak tepat, mata bor cepat panas dan akibatnya mata bor cepat tumpul atau bisa patah.

Untuk mendapatkan putaran mesin bor per menit ditentukan berdasarkan keliling mata bor dalam satuan panjang. Kemudian kecepatan potong dalam meter per menit dirubah menjadi milimeter per menit dengan perkalian 1000. akhirnya akan diperoleh kecepatan potong pengeboran dalam harga milimeter per menit.

Dalam satu putaran penuh, bibir mata bor (Pe) akan menjalani jarak sepanjang garis lingkaran (U). Oleh karena itu, maka Dimana:

U = Keliling bibir mata potong bor

D = Diameter mata bor

P = 3.1

Tabel 6.9 Harga kecepatan mata bor dari bahan HSS

BAHAN	KECEPATAN POTONG (m/menit)
Alumunium Campuran	60 – 100
Kuningan Campuran	30 – 100
Perunggu Tegangan Tinggi	25 – 30
Besi Tuang Lunak	30 – 50
Besi Tuang Menengah	25 – 30
Besi Tuang Keras	10 – 20
Tembaga	20 – 30
Baja Karbon Rendah	30 – 50
Baja Karbon Sedang	20 – 30
Baja Karbon Tinggi	15 – 20
Baja Perkakas	10 – 30
Baja Campuran	15 – 25

Jarak keliling pemotongan mata bor tergantung pada diameter mata bor. Waktu pemotongan juga menentukan kecepatan pemotongan. Oleh karena itu jarak yang ditempuh oleh bibir pemotong mata bor harus sesuai dengan kecepatan putar mata bor. Berdasarkan hal tersebut maka jarak keliling bibir pemotongan mata bor (U) selama n putaran per menit dapat dihitung dengan rumus:

$$U = p \times d \times n$$

Dimana:
U = keliling bibir potong mata bor
D = Diameter mata bor
N = putaran mata bor per menit

Biasanya kecepatan potong dilambangkan dengan huruf V dalam satuan meter per menit. Jarak keliling yang ditempuh mata bor adalah

sama dengan jarak atau panjangnya bram yang terpotong dalam satuan panjang per satuan waktu.

Berdasarkan hal tersebut maka jarak keliling yang ditempuh mata potong bor (U) sama dengan panjangnya bram terpotong dalam satuan meter per menit. Berarti kecepatan potong sama dengan jarak keliling pemotongan mata bor.

Maka:

V = U

V= p x d x n (m/menit)

Tabel 6.10
Besarnya pemakanan berdasarkan diameter mata bor

Diameter Mata Bor (mm)	Besarnya Pemakanan Dalam Satu Kali Putaran (mm)
- 3	0.025 – 0.050
3 – 6	0.050 – 0.100
6 – 12	0.100 – 0.175
12 – 25	0.175 – 0.375
25 – dan seterusnya	0.375 – 0.675

Pemakanan Pengeboran

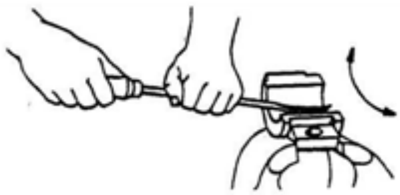
Pemakanan adalah jarak perpindahan mata potong bor ke dalam lobang/benda kerja dalam satu kali putaran mata bor. Besarnya pemakanan dalam pengeboran dipilih berdasarkan jarak pergeseran mata bor dalam satu putaran, sesuai dengan yang diinginkan.

Pemakanan juga tergantung pada bahan yang akan dibor, kualitas lubang yang dibuat, kekuatan mesin yang ditentukan berdasarkan diameter mata bor.

F. Mengulir Benda Kerja

1. Tap

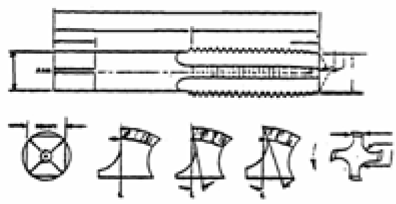
Tap adalah peralatan yang digunakan untuk pembuatan ulir pada suatu benda kerja. Sebelum benda tersebut di ulir, terlebih dahulu benda tersebut dilubangi dengan menggunakan mesin bor. Ukuran diameter lubang tergantung pada besar diameter ulir yang akan dibuat. Bentuk tap dibuat secara khusus di mana ulir-ulir mata potong dibuat secara presisi. Bahan untuk pembuatan tap adalah baja perkakas baja potong cepat. Setelah tap dibentuk kemudian dikeraskan dan ditempering. Bentuk secara umum tap dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6.83
Menyekrap dengan skrap setengah bulat

2. Tap Konis

Tap konis digunakan untuk melakukan penguliran pendahuluan/pemotongan awal, karena bagian ujung mata potongnya berbentuk tirus dan tidak mempunyai gigi pemotong. Dengan demikian ia akan dengan mudah masuk ke dalam lubang yang telah dibuat. Jadi fungsi tap konis adalah untuk pemakanan awal.



Gambar 6.84 Tap



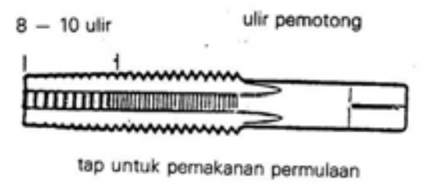
Gambar 6.85 Snei dan Tap

3. Tap Antara

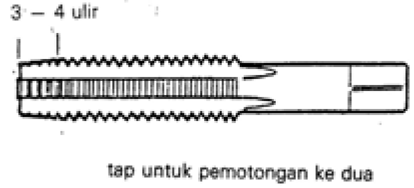
Tap antara berfungsi untuk pengulir antara tap konis dan tap rata atau dapat dikatakan ia sebagai pemotong kedua. Tap ini pada bagian 3 sampai 4 mata potongnya tidak ada, ini dimaksudkan agar tap dapat masuk ke dalam lubang dengan mudah. Jadi setelah benda kerja diulir dengan menggunakan tap konis kemudian diulir dengan menggunakan tap antara.

4. Tap Rata

Fungsi tap rata adalah untuk melakukan pekerjaan akhir dalam pembuatan ulir dengan menggunakan tap. Pada tap ini seluruh mata potongnya dapat melakukan pemotongan. Bentuk tap ini adalah bagian pemotongannya mempunyai mata potong dan diameternya adalah sama.



Gambar 6.86 Tap konis



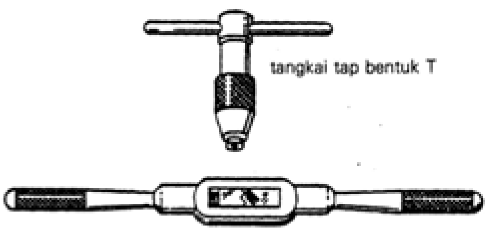
Gambar 6.87 Tap antara

Untuk melakukan penguliran dengan menggunakan tap diperlukan alat bantu yaitu tangkai tap/pemutar tap. Ukuran dari tangkai tap sangat tergantung pada besar diameter tap yang akan digunakan. Untuk itu tap dibuat bervariasi dari ukuran kecil sampai besar. Langkah kerja pembuatan ulir dengan tap adalah sebagai berikut :

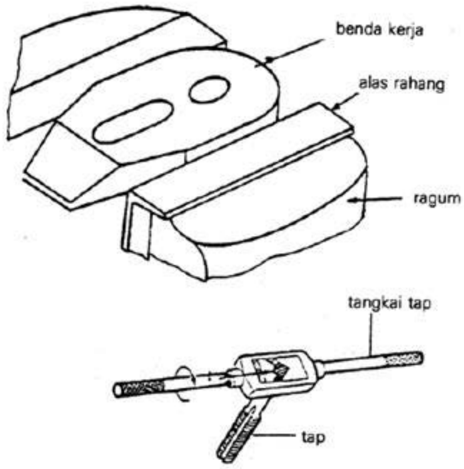
a. Jepit benda kerja pada ragum secara benar dan kuat
b. Pasang tap konis pada tangkai tap
c. Tempatkan mata tap tegak lurus pada lubang (periksa dengan menggunakan siku-siku)
d. Tekan hingga masuk dalam lubang kemudian putar tangkai tap ke kanan (searah dengan putaran jarum jam). Pemutaran harus tegak lurus.
e. Pemutaran kira-kira sebesar 90^0, kemudian putar kembali ke arah kiri. Maksud pemutaran kembali adalah untuk memotong beram yang belum terpotong dan memberikan kesempatan beram-beram hasil pemotongan keluar dari lubang
f. Berikan pelumasan selama prose pengetapan, kecuali untuk pengetapan bahan dari besi
g. Lakukan pengetapan hingga selesai, kemudian ulangi langkah pengetapan dengan menggunakan tap antara. Setelah selesai ulangi langkah pengetapan dengan menggunakan tapa rata/finishing.



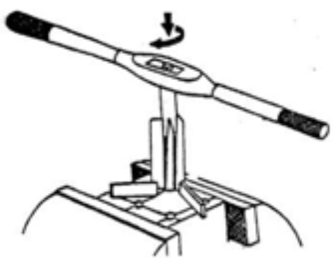
Gambar 6.88 Tap rata



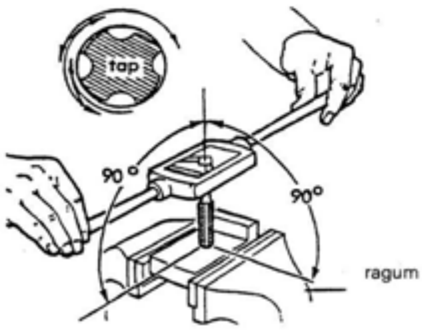
Gambar 6.89 Tangkai tap



Gambar 6.90
Penjepitan benda kerja dan pemasangan tap



Gambar 6.91 Pemasangan tap dan pemeriksaan kesikuan



Gambar 6.92   Langkah awal pengetapan

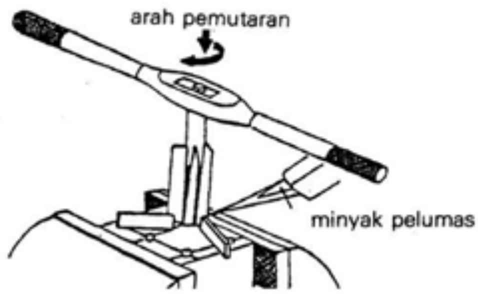
5. Snei

Snei adalah alat untuk membuat ulir. Bentuk snei menyerupai mur tetapi ulirnya merupakan mata potong. Gigi-gigi ulir setelah dibentuk kemudian dikeraskan dan temper agar dia mampu melakukan

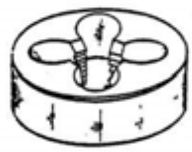
pemotongan terhadap benda kerja. Pada proses pembuatan uir, snei dipegang oleh tangkai snei. Snei yang biasanya digunakan untuk pembuatan ulir adalah snei pejal dan snei bercelah.

6. Snei Pejal

Snei jenis ini berbentuk segi enam atau bulat. Untuk memudahkan dalam penguliran awal maka pada snei jenis ini tidak seluruh mata potongnya sama besar, tetapi sedikit tirus pada bagian mata pemotong awal. Dengan demikian benda kerja dapat masuk ke dalam snei sedikit mudah.



Gambar 6.93 Pemberian minyak pelumas

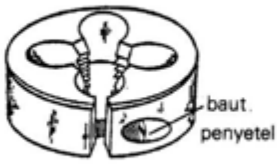


Gambar 6.94 Snei pejal

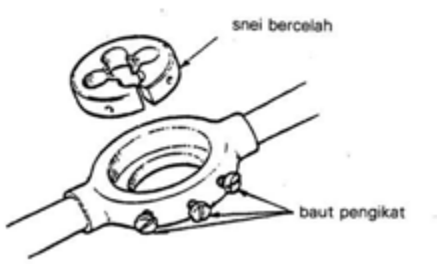
7. Snei Bercelah (*Split die*)

Snei jenis ini banyak digunakan untuk pembuatan ulir luar, karena ia memiliki kelebihan dari pada snei pejal. Kelebihan tersebut antara lain besar diameternya dapat diperbesar dan diperkecil sampai ukuran standarnya. Dengan demikian pada waktu penguliran pendahuluan diameternya diperbesar dan pada waktu finishing diameternya dikembalikan pada ukuran standarnya. Pengaturan tersebut dengan menggunakan baut penyetel.

Untuk membuat ulir dengan menggunakan snei dibutuhkan alat bantu yaitu pemegang snei. Pada pemegeng snei ini dilengkapi dengan baut-baut pengikat, agar snei tidak ikut berputar saat melakukan pemotongan/penguliran Langkah kerja pembuatan ulir dengan snei adalah sebagai berikut:



Gambar 6.95 Snei bercelah (*Split die*)

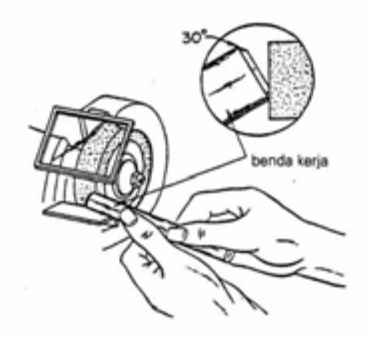


Gambar 6.96 Pemegang snei

a. Persiapkan benda kerja dan jepit pada ragum secara tegak lurus.
b. Pasang snei pada pemegangnya dan kuncikan baut pengikatnya.
c. Tempatkan snei pada benda kerja dengan posisi datar, kemudian tekankan snei hingga benda kerja masuk pada snei. Lakukan penekanan sambil snei diputarkan searah dengan arah jarum jam.
d. Pemutaran atau pemakanan kira-kira 60^0, kemudian dikembalikan pada posisi semula. Pemutaran kembali dimaksudkan untuk memotong beram dan membersihkan ulir yang telah terbuat serta memberikan kesempatan beram keluar dari snei.
e. Lakukan pekerjaan langkah di atas secara terus menerus dan berikan minyak pelumas untuk mendinginkan snei dan untuk membantu mengeluarkan beram.
f. Untuk pembuatan ulir dengan snei bercelah, maka ulangi kembali penguliran dengan terlebih dahulu menyetel kembali lebar

pembukaan snei. Demikian seterusnya sampai ukuran snei kembali pada ukuran standarnya.

g. Periksa hasil snei dengan menggunakan mal ulir, seterusnya bersihkan ulir dan snei.



Gambar 6.97 Mempersiapkan benda kerja

8. Pemerluas Lubang (*reamer*)

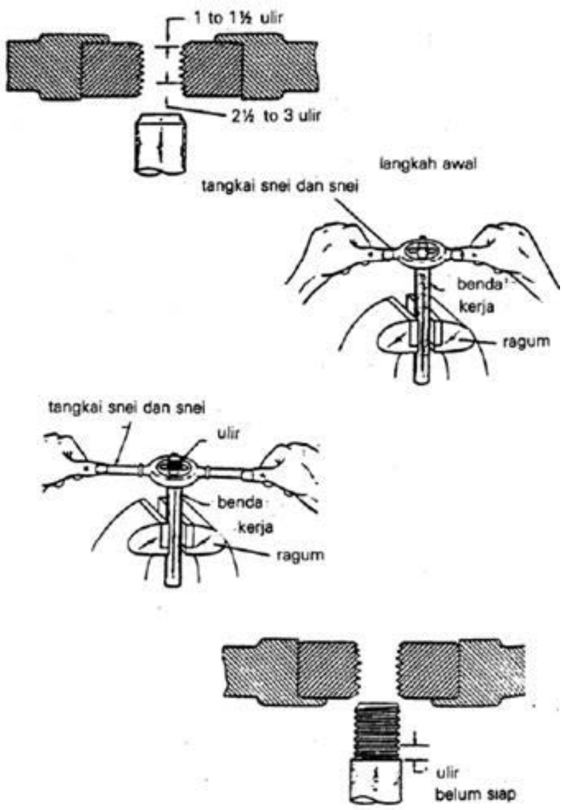
Memperluas dan memperhalus lubang adalah suatu proses pemotongan bahan dalam jumlah yang kecil karena lubangnya telah dibuat oleh mata bor. Proses pekerjaan ini akan menghasilkan lubang:

a. Benar-benar bulat penampangnya
b. Ukurannya sangat presisi (penyimpangan lebih kecil dari toleransi yang diizinkan yaitu 0,0001 inchi)
c. Permukaan yang sangat halus
d. Lurus

Untuk melakukan pekerjaan ini digunakan peralatan yang disebut dengan pemerluas lubang (*reamer*), sedangkan proses pengerjaannya dapat dilakukan dengan tangan (*hand reamer*) atau dengan menggunakan mesin (*machined reamer*). Sisi-sisi potong dari reamer (perluasan lubang) akan memotong bahan pada waktu reamer berputar. Jumlah atau besarnya bahan yang dapat dipotong oleh sisi potong reamer adalah sebesar 0,001 sampai 0,003 inchi atau kadang-kadang mencapai 0,005 inchi.

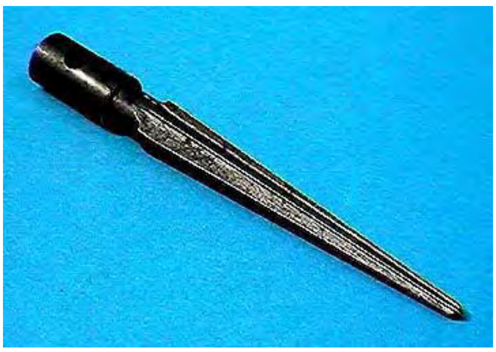
Pada dasarnya bentuk dan bagian-bagian pemerluas lubang sama dengan bentuk dan bagian-bagian mata bor. Perbedaan yang menyolok adalah pada diameter mata potongnya, di mana mata potongnya berdiameter lebih besar dari diameter pemegangnya. Artinya bagian ini

adalah kebalikan dari mata bor. Pada ujung pemegang pemerluas lubang sama dengan bentuk pemegang dari mata bor yaitu berbentuk segi empat. Dibuat persegi empat pada pemegangnya adalah untuk tempat penjepitan pemerluas pada tangkai pemutarnya.



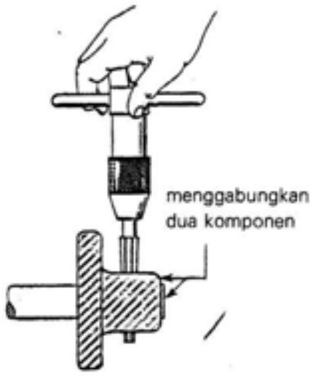
Gambar 6.98 langkah penguliran

Pada kedua ujung dari pemerluas lubang terdapat dua lubang senter yang berfungsi sebagai:



Gambar 6.99 Pemerluas lubang

a. Tempat penjepitan pemerluas lubang sewaktu pemerluas lubang di asah pada mesin gerinda
b. Sebagai pemegang pemerluas lubang pada saat melakukan pekerjaan pada suatu mesin, di mana pemerluas lubang akan didukung oleh senter pada waktu proses kerjanya.



Gambar 6.100 Memperluas lubang tirus

Memperluas dan memperhalus lubang dengan menggunakan pemerhalus lubang tirus dapat dilakukan dengan cara berikut:

a. Periksa ketirusan atau gambar lubang tirus yang akan diperhalus
b. Periksa diameter perluasan
c. Tentukan sampai di mana batas pemakanan atau sampai di mana diameter berapa perluasan akan dilakukan.
d. Pasangkan pemerluas pada pemegangnya. Gunakan pemerluas untuk pemotongan awal
e. Lakukan pemotongan awal dengan cara memutar pemegang perluasan dan memutarnya ke kanan
f. Gunakan cairan pendingin apabila dimungkinkan dan selalu buang-beram yang terjadi dengan jalan mengeluarkan pemerluas dari lubang.

G. Peralatan Kerja Perkakas Tangan Lainnya

1. Mesin gerinda

Mesin gerinda adalah suatu alat yang berfungsi untuk membentuk, mengasah dan menajamkan alat alat perkakas seperti; pahat, penitik, penggores, jangka tusuk dan sebagainya. Cara menggunakan mesin gerinda diawali dengan Langkah persiapan; Pasang kaca pengaman pada gerinda, Perhatikan jarak balok bantalan terhadap batu gerinda, usahakan jarak balok bantalan terhadap batu gerinda sedekat mungkin. Periksa kondisi batu gerinda, apakah masih dapat dipergunakan.

Gunakan kaca mata pengaman dan pakaian kerja selama mengoperasikan mesin gerinda. Langkah pengoperasian mesin gerinda dilakukan dengan menekan tombol sakelar untuk menyalakan mesin.



Gambar 6.101 Mesin gerinda

2. Alat bantu pengikatan benda kerja.

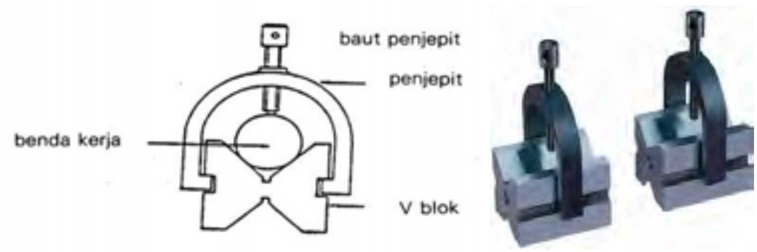
Tidak selalu benda kerja yang akan dilukis dan di tandai dapat ditempatkan pada permukaan meja perata. Sebagai contoh misalnya benda kerja yang bulat, ia tidak dapat ditempatkan pada meja perata tanpa menggunakan alat bantu lain, yaitu V blok.

a. V Blok

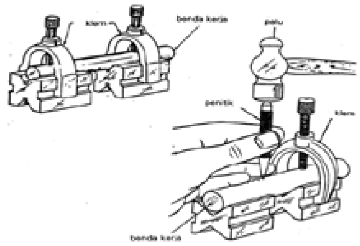
Bentuk V blok seperti namanya adalah berupa balok baja dengan alur V untuk tempat kedudukan benda kerja terutama benda kerja dengan penampang bulat, sedangkan alur lurus adalah untuk tempat kedudukan penjepit. Fungsi penjepit ini adalah untuk mengikat benda

kerja yang dikerjakan agar ia tidak dapat bergerak. Dalam pelaksanaan pengikatan benda kerja sering digunakan dua atau tiga buah V blok secara bersamaan, karena benda kerja yang akan dikerjakan panjang.

Alat bantu (V blok) ini dapat digunakan sebagai tempat kedudukan benda kerja yang bulat, sehingga pelaksanaan pekerjaan melukis dan menandai dapat dilangsungkan dengan baik. Gambar di bawah menunjukkan pemakaian V blok untuk mencari titik pusat benda kerja yang bulat.



Gambar 6.102 V Blok



Gambar 6.103 Pemakaian V blok.

b. Klem C



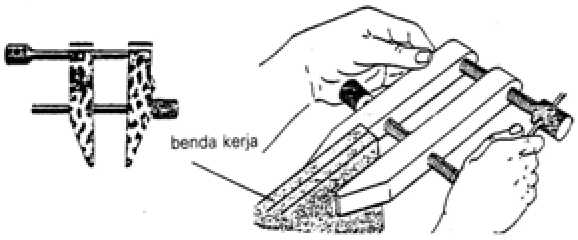
Gambar 6.104 Klem C.

Klem C banyak digunakan untuk mengikat benda kerja, terutama pada pekerjaan mengebor pada mesin bor, karena benda kerja tersebut tidak dapat dijepit dengan ragum mesin bor. Ukuran dari klem C ditentukan oleh lebar pembukaan rahang dari klem C. Klem C dengan

pembukaan rahang besar digunakan untuk pengikatan benda kerja yang besar, demikian sebaliknya.

c. Klem sejajar

Seperti halnya klem C, klem sejajar juga digunakan untuk pengikatan benda kerja, seperti halnya pengikatan benda kerja yang akan dilukis dan ditandai. Bentuk dari klem ini terdiri dari dua batang baut dan dua blok baja yang sejajar. Benda kerja yang diikat ditempatkan pada antara dua bloknya, kemudian kedua blok sejajar digerakkan dengan menggunakan dua buah baut. Dengan demikian maka benda kerja akan dijepit diantara dua blok.



Gambar 6.105 Klem sejajar.

3. Palu

Palu merupakan alat tangan yang sudah lama ditemukan orang dan sudah sejak lama dipergunakan dalam bengkel dalam seluruh kegiatan pekerjaan umat manusia. Ukuran palu ditentukan oleh berat dari kepala palu, seperti palu 250 gr, 500 gr, 1000 gr dan bahkan palu dengan berat 10 kg. Dengan demikian pemakaian palu sangat bervariasi sesuai dengan jenis kegiatan pekerjaan.

Jenis palu dapat dibagi dua yaitu palu keras dan palu lunak. Palu keras adalah palu yang kepalanya terbuat dari baja dengan kadar karbon sekitar 0,6%. Proses pembuatannya adalah dengan jalan ditempa, kemudian dikeraskan pada bagian permukaannya agar menjadi keras. Pemakaian palu keras pada bengkel kerja bangku atau bengkel kerja mesin adalah sebagai pemukul pada kerja memotong dengan pahat, menempa dingin, pada pekerjaan assembling/perakitan,

membengkokkan benda kerja, membuat tanda dan pekerjaan pemukulan lainnya.



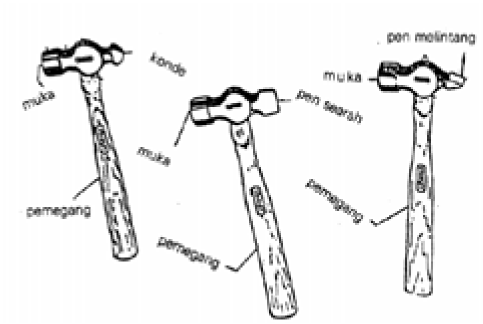
Gambar 6.106 Macam-macam palu

a. Palu Keras

Jenis palu keras yang umum dipakai pada bengkel kerja bangku dan kerja mesin adalah jenis palu keras yaitu palu konde *(ball pein hammer)*, palu pen searah *(straight peen hammer)*, dan palu pen melintang *(cross peen hammer).*

Palu Kepala Batu

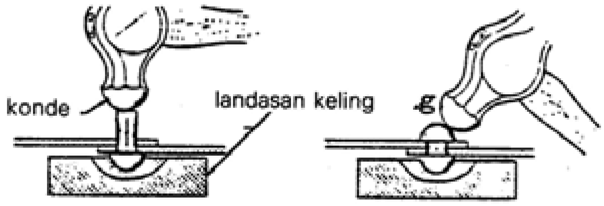
Bagian permukaan kepala batu dipergunakan sebagai landasan pemukulan benda kerja. Ketiga jenis palu kegunaan permukaan palu adalah sama.



Gambar 6. 107 Palu keras

Palu Konde

Pada palu konde, fungsi konde adalah untuk membentuk lengkungan atau untuk pengelingan.



Gambar 6.108 Mengeling dengan palu konde

Palu Pen Searah

Pen searah pada palu pen searah digunakan untuk meratakan sambungan pada pekerjaan pelat, serta merapatkan sudut-sudut yang letaknya searah.

Palu Pen Melintang

Pen melintang pada palu pen melintang digunakan untuk merapatkan bagian sisi atau sudut yang letaknya melintang.

Pemegang palu/Tangkai Palu

Pemegang palu adalah berfungsi sebagai pemegang kepala palu sehingga momen pemukulan yang dihasilkan menjadi lebih besar. Bahan pembuat tangkai palu adalah dari bahan keras, sehingga tidak mudah patah.

Palu Lunak



Gambar 6.109 Palu lunak

Disebut palu lunak, karena permukaan kepala palu terbuat dari bahan lunak seperti plastik, karet, kayu, tembaga, timah hitam, dan kulit. Palu lunak biasanya digunakan sebagai alat bantu pada pekerjaan

pemasangan benda kerja pada mesin frais, skrap dan merakit benda kerja pada bengkel perakitan. Di samping itu juga banyak digunakan pada bengkel kerja pelat, bengkel listrik dan bengkel pipa. Tidak semua kepalanya terbuat dari bahan lunak, tetapi bagian permukaan kepala semuanya lunak. Sebagai contoh palu plastik bagian kepalanya sebagian terbuat dari logam, kemudian bagian permukaannya terbuat dari plastik, sehingga apabila plastiknya sudah rusak dapat diganti dengan yang baru. Palu lunak dari bahan kayu, seluruh bagiannya adalah terbuat dari kayu.

4. Tang (plier)

Hampir semua bengkel menggunakan tang, karena alat ini di samping harganya murah juga mempunyai kegunaan yang sangat besar. Bahkan hampir semua rumah tangga mempunyai tang guna keperluan hidup mereka sehari-hari. Tang dibuat beberapa jenis dengan ukuran yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 6.110 Tang potong



Gambar 6.111 Tang kombinasi

Tang kombinasi ini sangat banyak digunakan, baik dalam bengkel maupun dalam kehidupan rumah tangga. Kegunaan tang ini adalah dapat digunakan untuk memotong, membengkokkan dan menarik atau

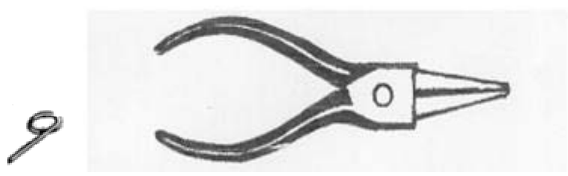
memegang benda kerja. Ukuran dari tang ini bervariasi dari 10 cm sampai 25 cm. Dengan demikian pekerjaan yang bisa ia lakukan juga bervarisai dari pekerjaan ringan sampai pekerjaan setengah berat.

Tang potong

Tang potong sesuai dengan namanya adalah untuk memotong bahan bahan kawat baja ukuran diameter yang kecil. Di samping itu juga dapat digunakan sebagai pemotong kabel-kabel tembaga sehingga ia banyak digunakan pada bengkel listrik.

Tang pembulat

Sesuai dengan namanya tang pembulat digunakan untuk membuat lingkaran atau radius pada benda kerja yang tipis atau kawat dengan diameter yang kecil. Bentuk rahang-rahang dari tang ini adalah bulat, halus dan tirus.



Gambar 6.112 Tang pembulat

Tang pipa



Gambar 6.113. Tang pipa

Tang ini digunakan untuk pemegang benda kerja yang berpenampang bulat. Pembukaan rahangnya dapat diperbesar sesuai dengan kebutuhan pekerjaan.

5. Obeng

Obeng secara umum digunakan untuk mengencangkan sesuatu sekrup terhadap suatu pasangannya, baik yang berupa kayu, plastic atau besi sekalipun. Menurut penggunaannya obeng digunakan menurut nomernya, dari mulai 1, 2, 3 atau lebih tergantung dari kebutuhan.

Adapun jenis obeng yang umum kita ketahui diantaranya:

a. Obeng plat, untuk alur keras

b. Obeng kembang/*philiph*, untuk alur khusus.



Gambar 6.114 Macam-macam obeng



Asosiasi

BERLATIH MELAKUKAN PEKERJAAN MENGGUNAKAN PERKAKAS TANGAN

Informasi

Setelah mempelajari materi memilih dan menggunakan alat perkakas tangan, Kamu akan berlatih melakukan pekerjaan membuat benda kerja dengan perkakas tangan.Perhatikan hal-hal berikut ini:

1. Selalu menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja melalui penggunaan APD, menjaga sikap kerja, memperhatikan rambu-rambu peringatan K3 dan melaksanakan pekerjaan atas ijin/pengawasan guru.
2. Materi latihan keterampilan meliputi dua benda kerja.
3. Pada setiap akhir kegiatan latihan diakhiri dengan kegiatan evaluasi. Hanya jika Kamu (siswa) telah dinyatakan kompeten, dapat melanjutkan ke latihan berikutnya.

Rubrik Penilaian

13.Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

14.KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

15. Skor Siswa $= \frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

16. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/ Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/ Kurang Baik
1	0-45	D	

Latihan
Benda Kerja 1

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 2, siswa mampu bekerja dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

4. Sikap
   d. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   e. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   f. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   g. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru

5. Keterampilan
   d. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   e. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      2) Benda kerja segi empat menyiku
      3) Ukuran panjang dan lebar sesuai gambar
      4) Hasil alur potong gergaji lurus
      5) Ukuran jarak potong sesuai gambar
   f. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

6. Pengetahuan
   c. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   d. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan pembuatan benda kerja 1 sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

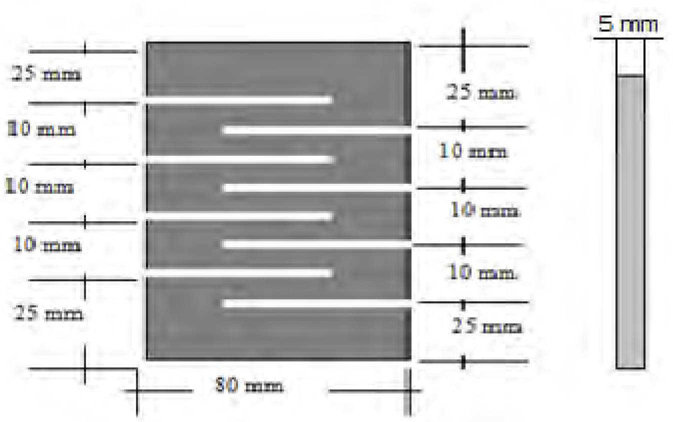
C.Kebutuhan Alat dan Bahan

5) Alat
   d. Peralatan perkakas tangan
   e. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
6) Bahan
   a. Besi plat ukuran 80 x 80 mm tebal 5 mm

D. Keselamatan Kerja

5. Pergunakan alat perkakas sesuai fungsinya
6. Pasang mata gergaji dengan benar
7. Ukur dengan teliti benda kerja agar tidak melebihi batas
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar



F. Langkah Kerja

1. Potong bahan sesuai ukuran diperlukan
2. Tetapkan satu bidang dasar yang dijadikan acuan untuk pengambilan ukuran, kesikuan dan kesejajaran terhadap bidang lain
3. Ratakan bidang dasar dan sikukan pada bidang lainnya, perhatikan ukuran benda kerja
4. Buat delapan potongan alur gergaji sesuai gambar

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

4. Mengapa permukaan yang dikikir tidak rata, melainkan cembung?
5. Apa yang terjadi jika pemasangan mata gergaji terbalik arah matanya?
6. Sebutkan peralatan yang digunakan pada pekerjaan pembuatan benda kerja 1 beserta fungsinya!

G. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

4. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
5. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
6. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian
Latihan Benda Kerja 1

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Kesikuan	Siku pada sisi panjang dan lebar				
2	Kerataan	Siku pada sisi panjang dan lebar				
3	Ukuran	Sesuai gambar				
4	potongan	Lurus				
5	Jarak potong	Sesuai gambar				
6	Waktu penyelesaian	12 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/6)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan Benda Kerja 1			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : d. Sikap Kerja e. Proses f. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan
Benda Kerja 2

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 2, siswa mampu bekerja dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    1) Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    2) Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
    3) Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
    4) Melaksanakan pekerjaan atas izin guru

2. Keterampilan
    1) Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    2) Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        b) Benda kerja segi empat menyiku
        c) Ukuran panjang dan lebar sesuai gambar
        d) Hasil alur potong gergaji lurus
        e) Hasil pengeboran sesuai gambar
        f) Ukuran jarak potong sesuai gambar
    3) Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan pembuatan benda kerja 2 sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

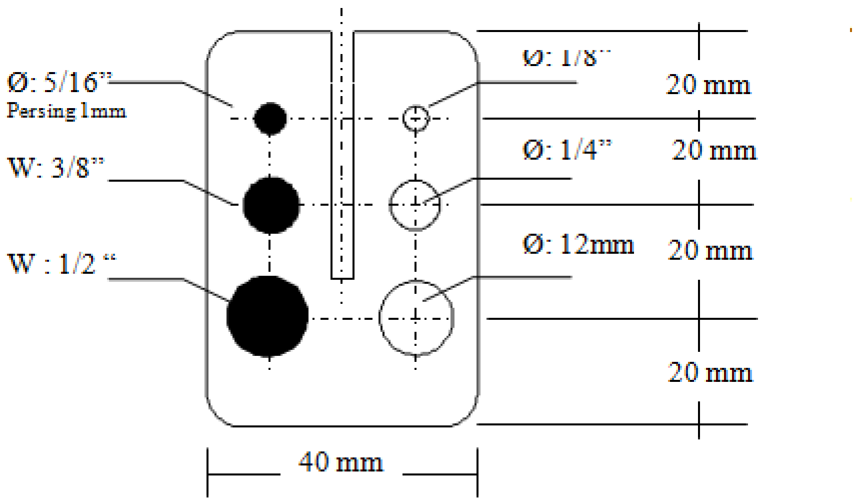
C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
   a. Peralatan perkakas tangan
   b. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
2. Bahan
   a. Besi plat ukuran 40 x 80 mm tebal 5 mm

D. Keselamatan Kerja

a. Pergunakan alat perkakas sesuai fungsinya
b. Pasang mata gergaji dengan benar
c. Ukur dengan teliti benda kerja agar tidak melebihi batas
d. Gunakan mata bor yang tajam
e. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar



F. Langkah Kerja

1. Potong bahan sesuai ukuran diperlukan
2. Tetapkan satu bidang dasar yang dijadikan acuan untuk pengambilan ukuran, kesikuan dan kesejajaran terhadap bidang lain

3. Ratakan bidang dasar dan sikukan pada bidang lainnya, perhatikan ukuran benda kerja
4. Buat radius pada empat sudut benda kerja
5. Buat lubang pengeboran dari lubang yang kecil sesuai gambar
6. Buat alur gergaji
7. Bersihkan dan rapihkan benda kerja setelah selesai pengerjaan

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1) Mengapa melubangi ukuran besar harus menggunakan mata bor kecil terlebih dahulu?
2) Sebutkan bagian-bagiam mesin bor?
3) Sebutkan peralatan yang digunakan pada pekerjaan pembuatan benda kerja 2 beserta fugsinya!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian
Latihan Benda Kerja 2

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakkan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	Proses (Langkah Kerja)					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	Penilaian Hasil Pekerjaan					
1	Kesikuan	Siku pada sisi panjang dan lebar				
2	Kerataan	Siku pada sisi panjang dan lebar				
3	Bentuk radius sudut benda kerja	Sesuai gambar				
4	Melubangi	Sesuai gambar				
5	Membuat alur	Lurus, Sesuai gambar				
6	Jarak antar lubang	Sesuai gambar				
7	Ukuran	Sesuai gambar				
8	Waktu penyelesaian	18 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/8)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan Benda Kerja 2			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

........................., ...

Penilai

....

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Renungan dan Refleksi

Bab 6 Buku Teks Bahan Ajar Siswa Teknik Dasar Instrumentasi jilid 2 yang telah kamu pelajari, membahas materi memilih dan menggunakan alat perkakas tangan. Materi ini selain mendukung terhadap materi kejuruan yang akan dipelajari berikutnya juga memberikan sebuah pembelajaran bahwa dalam bekerja kamu harus memiliki sikap yang sungguh sungguh.

Dengan melaksanakan kegiatan praktik menggunakan perkakas tangan, kamu dapat merasakan bahwa pembuatan produk akan berhasil jika dilaksanakan sesuai aturan dan pedoman, menggunakan alat sesuai fungsinya, serta sikap kerja yang tekun dan teliti.

Rangkuman

Menggunakan perkakas tangan merupakan keterampilan yang harus dimiliki oleh seorang yang bergelut di bidang keteknikan, khususnya instrumentasi industri. Dengan mempelajari materi pada bab ini, kamu telah belajar bagaimana menerapkan K3 pada saat melakukan pekerjaan, untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja. Menerapkan pelajaran gambar teknik dan penggunaan alat ukur untuk membaca dan mempersiapkan pekerjaan penggunaan perkakas tangan. Dengan materi pengunaan perkakas tangan ini juga kamu belajar bagaimana sikap kerja yang benar pada saat melaksanakan pekerjaan, termasuk dilatih kesabaran dan ketelitian dalam bekerja untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan standar atau ketentuan.

Perkakas tangan adalah merupakan suatu alat-alat yang dipergunakan sebagai awal pengerjaan pada proses pemesinan. Pada pelaksanaan pekerjaan menggunakan perkakas tangan dipelajari berbagai alat melukis, memotong, mengikir, mengikis, melubangi, dan membuat ulir pada benda kerja.

Evaluasi

E. Evaluasi Diri

Penilaian Diri					
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampua siswa bersangkutan.					
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya memahami materi perkakas tangan				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu membuat benda kerja dengan menggunakan alat perkakas tangan				

F. Review

Jawab pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Sebutkan fungsi utama dari ragum?
2. Sebutkanlah alat apa saja yang termasuk kategori alat untuk melukis dan menandai!
3. Sebutkan jenis-jenis palu yang anda ketahui dan jelaskan apa fungsinya?
4. Apa bahan yang digunakan untuk membuat sebuah kikir?
5. Sebutkan bagian-bagian utama dari kikir?

6. Sebutkan bagian-bagian utama dari gergaji tangan!
7. Sebutkan jenis penitik, ciri dan penggunaannya!
8. Sebutkan jenis pahat dan penggunaannya!
9. Jelaskan bagian-bagian mata bor!
10. Jelaskan secara singkat cara membuat ulir luar!

G. Tugas Proyek

MEMBUAT PALU PENA

1. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan kegiatan pembuatan palu pena diharapkan siswa mampu menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

a. Sikap
   1) Menggunakkan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   2) Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
   3) Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   4) Melaksanakan pekerjaan atas izin guru

b. Keterampilan
   1) Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   2) Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      a) Benda kerja segi empat menyiku
      b) Ukuran panjang dan lebar sesuai gambar
      c) Hasil pembentukan sesuai gambar
      d) Hasil pengeboran sesuai gambar
      e) Hasil penguliran sesuai gambar
      f) Ukuran jarak potong sesuai gambar
   3) Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

c. Pengetahuan
   1) Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan yang ditetapkan
   2) Menyelesaikan tugas yang diberikan

2.Tugas

a. Lakukan pembuatan palu pena sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!

b. Buatlah laporan hasil latihan!

3.Kebutuhan Alat dan Bahan

a. Alat
   1) Peralatan perkakas tangan
   2) Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

b. Bahan
   1) Besi plat ukuran 20 x 20 x 75 mm

4. Keselamatan Kerja

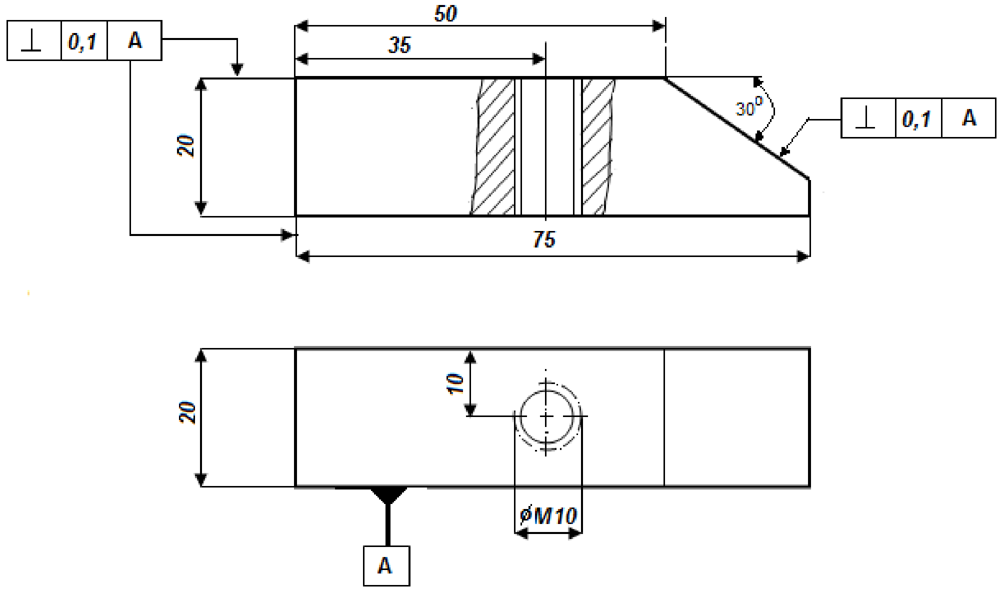
a. Pergunakan alat perkakas sesuai fungsinya
b. Pasang mata gergaji dengan benar
c. Ukur dengan teliti benda kerja agar tidak melebihi batas
d. Gunakan perkakas yang tajam
e. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

5. Langkah Kerja

a. Potong bahan sesuai ukuran diperlukan
b. Tetapkan satu bidang dasar yang dijadikan acuan untuk pengambilan ukuran, kesikuan dan kesejajaran terhadap bidang lain
c. Ratakan bidang dasar dan sikukan pada bidang lainnya, perhatikan ukuran benda kerja
d. Buat lubang untuk ulir
e. Buat sisi miring palu
f. Buat ulir

g. Bersihkan dan rapihkan benda kerja setelah selesai pengerjaan

6. Gambar



D. Penilaian Kegiatan Evaluasi

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan tugas proyek
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

Penilaian
Evaluasi Belajar

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Kesikuan	Siku pada sisi panjang dan lebar				
2	Kerataan	Siku pada sisi panjang dan lebar				
3	Melubangi	Sesuai gambar				
4	Membentuk sudut	Sesuai gambar				
5	Penguliran	Lurus, Sesuai gambar				
6	Ukuran	Sesuai gambar				
7	Waktu penyelesaian	18 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/7)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Evaluasi			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Daftar Pustaka

Amanto, Hari dan Daryanto. 2003, Ilmu Bahan. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Beumer, B. J.M dan B. S Anwir. 1985, Ilmu Bahan Logam, Jilid I. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.

Daryanto. 2000, Teknik Pengerjaan Listrik, Jakarta : Bumi Aksara

Daryanto.1987, Mesin Perkakas Bengkel, Jakarta: PT Rineka Cipta

HTB. Marihot Goklas.1984, Mengelas Logam dan Pemilihan Kawat Las, PT.Gramedia, Jakarta

Hantoro, Sirod dan Parjono. 2005, Menggambar Mesin. Jakarta: Adicita.

Harsono,W & Toshie Okumura. 1981, Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: Pradnya Paramitha

John Brobertson. 1993, Ketrampilan Teknik Listrik Praktis, Bandung: YramaWidya

John Ridley, 2008. Kesehatan dan Keselamatan Kerja Ikhtisar, Jakarta: Penerbit Erlangga

Juhana, Ohan dan M. Suratman. 2000, Menggambar Teknik Mesin. Bandung: Pustaka Grafika.

Lawrence H. Van Vlack, 1995. Ilmu dan Teknologi Bahan, (terjemahan), Erlangga,

LA Heij,L dan L.A.De BruiJn. 1995. Ilmu Menggambar Bangunan Mesin. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Purwantono. 1991. Dasar-dasar Kerja Plat. Padang:UPT Pusat Media Pendidikan FPTK IKIP Padang

Rohyana, Solih, 2004. Mengelas Dengan Proses Las Busur Metal Manual. Bandung: Armico.

Sama'murPK. 1987, Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan, Jakarta:PT Saksama

Subekty BM-Barus Kasman-Pinem Djoli, 1984. Keterampilan Dasar Mengelas Busur, CV Sinar Harapan, Madiun.

Sularso, 1995. Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramitha

Sumantri, 1989. Teori Kerja Bangku. Jakarta: Depdikbud.

Tata Surdia dan Shinroku Saito, 1995. Pengetahuan Bahan, , Pradnya Paramita,

Widharto Sri, 2004. Inspeksi Teknik,PT.Pradya Paramitha,Jakarta

Van Bergeyk, K dan A. J. Liedekerken, 1981. Teknologi Proses. Jilid II. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.